



**Instituto Superior de Economia e Gestão**

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

**MESTRADO EM CIÊNCIAS EMPRESARIAIS**

**EDIÇÃO FUNCHAL**

**GESTÃO E PLANEAMENTO DA PRODUÇÃO DE  
MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO:  
UM PROJECTO DE MELHORIA**

**LUIS CARLOS MARTINS DE SOUSA MORGADO**

**Orientador: Professor Doutor José Miguel Aragão Celestino Soares**

**Júri:**

**Presidente:** Professor Doutor Paulo Alexandre Guedes Lopes Henriques, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa

**Vogais:** Professor Doutor José Miguel Aragão Celestino Soares, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa

Professor Doutor Pedro Manuel da Silva Picaluga Nevado, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa

**Outubro 2009**

### **Resumo**

Este projecto tem como objectivo a optimização da produção de materiais de construção, nomeadamente, a produção de agregados como constituintes do betão pronto e betão betuminoso. Este projecto de melhoria engloba numa primeira fase a determinação da previsão procura, utilizando o método dos mínimos quadrados, seguida do planeamento da produção utilizando o método da tentativa e erro (baseado no ‘level capacity plan’ e no ‘chase demand plan’) e por fim a gestão de stocks com recurso, numa primeira fase à análise ABC, e por fim a determinação de quanto encomendar, determinando a quantidade económica de encomenda, e o método do ponto de encomenda para saber quando encomendar. Em suma, o projecto visou uma redução dos custos produção, situação que se verificou principalmente na área da gestão de stocks onde se conseguiu uma redução em dois terços do valor dos artigos em armazém.

***Palavras-chave: Previsão Procura; Planeamento Produção; Gestão de Stocks; Betão.***

### **Abstract**

This project aims to optimize the production of construction materials, particularly the aggregates production, as constituents of concrete and asphalt concrete. This improvement project includes, initially, determining the forecasting demand using the least squares method, followed by the planning of production using the trial and error method (based on “level capacity plan” and “chase demand plan”) and finally the management of stocks, initially using ABC analysis and then find how much to order, determining the economic order quantity, and the re-order point to know when to order. In short, the project aims to reduce production costs, situation that occurred mostly in the area of inventory management where it achieved a reduction by two thirds of the value of items in stock.

***Keywords: Forecast Demand; Production Planning; Stocks Management; Concrete***

**Índice**

Resumo e Abstract.....	i
Índice .....	ii
Lista de Tabelas .....	iv
Lista de Figuras.....	vi
Glossário de Termos .....	vii
Agradecimentos .....	viii
1 – Introdução.....	1
2 – Revisão da Literatura .....	3
2.1 – Previsão da Procura .....	3
2.2 – Planeamento da Produção .....	8
2.3 – Gestão de Stocks.....	12
3 - Previsão da Procura .....	17
3.1 - Método das médias aritméticas.....	18
3.1.1 - Previsão procura betão pronto .....	18
3.1.2 - Previsão procura betuminosos .....	20
3.2 – Método dos mínimos quadrados.....	23
3.2.1- Previsão procura betão pronto .....	23
3.2.2 - Previsão procura betuminosos .....	25
3.3 - Previsão da procura com sazonalidade .....	27
3.4 - Previsão total agregados com base nos mínimos quadrados .....	30
4 - Planeamento da Produção .....	33
4.1 – Análise de custos de produção .....	46
5- Gestão de Stocks.....	49
5.1 - Análise ABC .....	49
5.2 - Custo total de aprovisionamento.....	52
5.3 - Método ponto de encomenda .....	54
5.4 - Stocks de segurança.....	58
6 - Conclusões e Recomendações.....	59
6.1 - Previsão da Procura.....	59
6.2 - Planeamento da Produção.....	60
6.3 - Gestão de Stocks .....	62

6.4 - Limitações do estudo e recomendações para o futuro.....	65
Referências Bibliográficas .....	66

## Lista de Tabelas

Tabela 3.1: Dados das produções de betão (m3) e betuminoso (ton) para 2007 e 2008	17
Tabela 3.2: Produção betão pronto dividida em 2 períodos para o ano de 2008	18
Tabela 3.3: Previsão da procura de Betão pronto para 2009	19
Tabela 3.4: Produção betão betuminoso dividida em 2 períodos para o ano de 2008	20
Tabela 3.5: Previsão da procura de betão betuminoso	21
Tabela 3.6: Previsão procura de betão pronto para 2009	24
Tabela 3.7: Previsão da Procura de betão betuminoso para 2009	25
Tabela 3.8: Factor de sazonalidade trimestral betão pronto	27
Tabela 3.9: Aplicação do factor de sazonalidade à previsão do betão pronto	27
Tabela 3.10: Factor de sazonalidade trimestral para o betão betuminoso	28
Tabela 3.11: Aplicação do factor de sazonalidade à previsão betuminoso	29
Tabela 3.12: Quantidade de agregados necessários para a produção dos betões.	30
Tabela 3.13: Quantidade de agregados para produção betão pronto	30
Tabela 3.14: Quantidade de agregados para produção betão betuminoso	31
Tabela 3.15: Total de agregados previstos produzir	31
Tabela 4.1: Produção horária moinho impactor	34
Tabela 4.2: Produções moinho impactor para 2009 com rentabilidade 100%	35
Tabela 4.3: Produção moinho impactor com rentabilidade de 65%.	36
Tabela 4.4: Produções acumuladas moinho impactor 2009	37
Tabela 4.5: Produções para uma carga horária de 9 horas diárias.	38
Tabela 4.6: Produção com carga horária de 10 horas nos meses em que a procura não é satisfeita.	38
Tabela 4.7: Produção trabalhando sábados nos meses em que a procura não é satisfeita	39
Tabela 4.8: Produção trabalhando todos os sábados	40

Tabela 4.9: Produções acumuladas moinho impactor reais	41
Tabela 4.10: Produções acumuladas trabalhando todos os sábados	42
Tabela 4.11: Produções acumuladas determinadas por tentativa e erro.	43
Tabela 4.12: Stocks segurança	43
Tabela 4.13: Ruptura de stocks devido aos stocks de segurança	44
Tabela 4.14: Produção agregados para a 1ª Hipótese	45
Tabela 4.15: Produção da 2ª Hipótese	45
Tabela 4.16: Produção da 3ª hipótese	46
Tabela 4.17:Diferencial pagamento de horas extra sobre o valor das horas normais.	47
Tabela 4.18: Valores hora para cada função	47
Tabela 4.19: Custos mão-de-obra 1ª hipótese	47
Tabela 4.20: Custos mão-de-obra 2ª hipótese	48
Tabela 4.21: Custos mão-de-obra 3ª hipótese	48
Tabela 5.1: Listagem de artigos em análise	50
Tabela 5.2: Análise ABC	51
Tabela 5.3: Custo Total de Aprovisionamento	54
Tabela 5.4: Cálculo do Ponto de Encomenda por Artigo	55
Tabela 5.5: Demonstração do consumo de Barras Batedoras durante um ano	56
Tabela 6.1: Produções para uma rentabilidade de 79%.	60
Tabela 6.2: Custos de produção para rentabilidade de 79%	61
Tabela 6.3: Valor stock em armazém segundo o método do ponto de encomenda	63
Tabela 6.4: Valor real stock material em armazém	64

## Lista de Figuras

Figura 2.1: Custo total de aprovisionamento por quantidades encomendadas	14
Figura 3.1: Previsão da procura de Betão (Médias Aritméticas)	20
Figura 3.2: Previsão da procura de Betuminosos (Médias Aritméticas)	22
Figura 3.3: Previsão da Procura de Betão pronto (Mínimos Quadrados)	24
Figura 3.4: Previsão da Procura de betão betuminoso (Mínimos Quadrados)	26
Figura 3.5: Previsão procura betão pronto com factor sazonalidade para 2009	28
Figura 3.6: Previsão procura betuminosos com factor sazonalidade	29
Figura 4.1: Sistema produtivo da produção de agregados	33
Figura 4.2: Produção em percentagem do moinho impactor	34
Figura 5.1: Curva da análise ABC por valor financeiro	52
Figura 5.2: Ponto de Encomenda para as barras batedoras	57
Figura 5.3: Ponto de Encomenda corrigido para as barras batedoras	58

## **Glossário de Termos**

**Agregado:** mineral inerte, que é produzido em várias granulometrias, o qual é utilizado na construção civil e na produção de betão pronto e betão betuminoso.

**Betão Betuminoso:** mistura de agregados com um ligante betuminoso, o qual depois é aplicado na construção de estradas.

**Betão Pronto:** é um material de construção, composto por cimento, cinzas, agregados (geralmente um ou mais agregado grosseiros e areia), água e adjuvantes (produtos químicos).

**Crivo:** equipamento constituído por vários decks, com malhas de diferentes tamanhos o qual separa o produto final do moinho impactor em granulometrias diferentes.

**Moinho Impactor:** equipamento pesado, revestido de material de desgaste fundido e tem como função reduzir a granulometria de partículas rochosas de 100 a 250 mm (produto final do secundário) em partículas com dimensão máxima de 50mm.

**Primário:** equipamento que reduz a dimensão dos blocos de pedra, provenientes de desmontes de maciços rochosos, com o auxílio de 2 maxilas de ferro fundido.

**Secundário:** reduz o produto resultante do primário em material com dimensão inferior a 250 mm.



## **Agradecimentos**

Este espaço é dedicado àqueles que deram a sua contribuição para que este projecto fosse realizado. A todos eles deixo aqui o meu agradecimento sincero.

Em primeiro lugar agradeço ao Prof. Dr. José Miguel Soares a forma e competência como orientou o meu trabalho. As notas dominantes da sua orientação foram: a utilidade das suas recomendações, a sua crítica sempre tão atempada e construtiva e a cordialidade com que sempre me recebeu. Estou grato por todas e também pela liberdade de acção que me permitiu, que foi decisiva para que este trabalho contribuisse para o meu desenvolvimento pessoal.

Em segundo lugar, agradeço à administração da Lena Construções Indústria, nas pessoas do Sr. Paulo Primitivo e Sr. José Manuel Reis, pelo apoio que me deram desde o primeiro minuto para a realização deste projecto.

Deixo também uma palavra de agradecimento aos professores do ISEG, pela forma como leccionaram o Mestrado em Ciências Empresariais.

São também dignos de uma nota de apreço os colegas de grupo que me acompanharam no mestrado, pela boa disposição e momentos que passamos.

Por fim agradeço aos meus pais, irmã e a toda minha família, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

E por ultimo aos amigos e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constantes.

## **1- Introdução**

A Britatlântico é uma empresa que se dedica à produção de agregados, betão pronto e betão betuminoso e está localizada na Região Autónoma da Madeira e foi sobre a qual que incidiu o estudo “Gestão e Planeamento da produção de materiais de construção”. A Britatlântico está integrada na área de negócio Indústria, da Lena Construções SGPS - sub-holding do Grupo Lena para a área da Construção - beneficiando assim das sinergias geradas do ponto de vista organizacional e de negócio.

Este projecto de melhoria, teve como objectivo a optimização da produção, a qual passa pela previsão da procura, que por sua vez irá permitir fazer um planeamento da produção baseado em valores próximos da realidade. Após o planeamento estar concluído, passar-se-á para a fase da gestão de stocks de material desgaste, material este que irá permitir produzir os produtos finais. Neste projecto vamos só focar-nos na gestão do stocks do material para a produção de agregados, pois as restantes matérias-primas (areia, cimento, aditivo, asfalto e gásóleo) são de entrega quase imediata (1 a 3 dias) e para além disso a capacidade de armazenamento das mesmas é limitada (depósitos e silos de armazenagem), daí não ter interesse o estudo da gestão das mesmas.

Uma das matérias-primas, mais importantes para a empresa é a pedra de basalto, que é um dos materiais nobres, com mais procura na região, pois por questões ambientais e paisagistas a exploração de pedreiras não é permitida na ilha (não são emitidas mais licenças de exploração, só estando activas as existentes) e toda a pedra existente é proveniente de escavações realizadas na ilha e como é um material que tem picos de oferta, temos de ter sempre grandes quantidades em stock, daí não ter interesse estudar a gestão de stocks da mesma.

Mediante estes factos, vamos focar-nos na produção dos agregados e na gestão de stock do material necessário para a sua produção. O facto de estarmos numa ilha tem desvantagens em termos de logística, pois não existem fábricas que produzam estes materiais na ilha, tendo que os mesmos vir de Portugal Continental ou de Espanha.

Devido à distância geográfica e à logística, quer marítima quer aérea, não conseguimos obter estes materiais com a celeridade pretendida, sendo fulcral a gestão apertada dos mesmos, tendo sempre os mesmos em stock dentro das quantidades “aceitáveis”, pois o material desta natureza, se for armazenado em grandes quantidades, têm um grande peso na tesouraria da empresa, podendo o mesmo ser incomportável em algumas situações.

Todo este planeamento tem uma estratégia/objectivo final, o qual é satisfazer as necessidades dos clientes a 100%, melhorar os resultados operacionais da empresa, minimizando o investimento em stocks e adaptar a capacidade produtiva à procura esperada.

Em suma este projecto pretende definir qual a melhor forma, para fazer o Planeamento e a Gestão da Produção.

## **2 – Revisão da Literatura**

### **2.1 – Previsão da Procura**

As previsões são importantes na medida em que nos vão ajudar a antever, o que poderá acontecer no futuro e por sua vez ajudar-nos no planeamento da produção e na gestão de stocks de materiais.

Segundo Courtois et al (2007), é difícil fazer previsões, mas é preferível prever mesmo com incerteza do que não o fazer, sendo que como Hughes (2001) referiu, existem várias barreiras que inibem o uso da previsão as quais são: a falta de importância atribuída à previsão pela gestão de topo, a falta de conhecimento das potencialidades das previsões e a falta de conhecimento de como executar a função. Em particular, uma das barreiras destacadas era a dificuldade de convencer os colegas e a gestão de topo da validade das previsões.

Outro ponto importante no planeamento de produção e na previsão da procura, que pode contribuir para a sua eficácia relativa é o referido por Hogarth e Makridakis (1981), quando afirma que bons planos podem falhar por má aplicação, previsões erradas podem matar o melhor dos planos, e boas previsões podem não ser aproveitadas, devido a um mau planeamento.

Sendo assim, constata-se que a realização de uma previsão que se aproxime o mais da realidade, vai ser meio caminho andando, para que o planeamento seja bem sucedido.

Antes da escolha do métodos ou métodos a utilizar, temos de saber que, conforme referiu Reis (2005, pag. 47), *“Uma previsão eficaz exige o conhecimento e uma análise crítica de factores muito diversos: conhecimento do ambiente e da sua evolução a*

*curto, médio e longo prazo; conhecimento dos produtos estudados e do seu ciclo de vida: produtos novos, em desenvolvimento, na maternidade, no declínio; conhecimento da empresa e da sua política de distribuição”.*

Na escolha do método a utilizar, antes de mais, temos de escolher se pretendemos optar por métodos quantitativos ou qualitativos. Neste estudo os métodos escolhidos foram os quantitativos pois para o mercado em questão, são os que nos dão as informações pretendidas para a realização do trabalho. Sendo assim a escolha do método deve basear-se nos dados e espaço temporal que temos disponíveis para fazer a análise da previsão de procura, assim como adequar-se às pretensões da empresa (rigor pretendido, margem erro, custo do método). Segundo Slack et al (2007) a primeira questão é saber até onde precisamos de olhar e isso depende das opções e decisões disponíveis. Roldão e Ribeiro (2007), referiu que a escolha do método passa pelos seguintes pontos:

- Possibilidade de colheita de dados que satisfaçam as exigências de input;
- Rigor pretendido;
- Aplicabilidade de cada um dos métodos;
- Custo do método.

Courtois et al (2007) ainda acrescentou os seguintes pontos:

- O tempo disponível para efectuar a previsão;
- Dados históricos disponíveis sobre o produto ou a família de produtos considerado.

Segundo o mesmo autor, uma previsão é por natureza, imprecisa. Em compensação, uma previsão agregada é mais segura. Assim uma previsão que incida sobre períodos mais longos (meses) será mais precisa do que uma previsão para períodos curtos

(semanas, dias). A previsão deverá ser tanto mais agregada quanto mais longo for o prazo.

Na escolha do método, temos de analisar qual o que melhor se adapta ao período de tempo durante o qual queremos fazer a previsão da procura.

Heizer e Render (2008), classificaram a previsão em 3 horizontes temporais:

- Previsão de curto prazo, a qual vai de 3 meses a 1 ano (é utilizada para planos de compras, calendarização, definição de tarefas e níveis de produção);
- Previsão de médio prazo, normalmente vai de 3 meses a 3 anos e é utilizada no planeamento das vendas, produção, orçamentação e análise de planos de acção;
- Previsão de longo prazo, a qual se efectua para períodos superiores a 3 anos, tem uma função de nível estratégico da empresa e é utilizada no planeamento de novos produtos, localização de fábricas ou expansão das mesmas, e na pesquisa e desenvolvimento.

Os mesmos autores referem ainda outras diferenças entre a previsão de curto prazo e as de médio-longo prazo: a previsão de médio-longo prazo lida mais com questões globais e decisões baseadas em planeamento, novas instalações, produtos e processos; a previsão de curto prazo utiliza diferentes metodologias (métodos quantitativos) das utilizadas pelas previsões de médio-longo prazo (métodos qualitativos); por último as previsões do curto prazo tendem a ser mais precisas que as de médio-longo prazo, pois à medida que o horizonte analisado aumenta, as previsões serão mais incertas, sendo necessário proceder a actualizações e revisões da previsão no final de cada período.

Para a escolha do método, existem vários métodos quantitativos, agrupados em duas categorias: Modelos Séries Temporais e Modelos Associativos (Heizer e Render (2008) ou Modelos Causais (Chase et al (2006) e Slack et al (2007)).

Slack et al (2007), afirmam que os modelos de séries temporais, examinam o padrão de comportamento de um fenómeno no passado, tendo em conta as razões que fizeram variar a tendência, no sentido de utilizar essa análise para fazer a previsão do comportamento do mesmo, no futuro. Chase et al (2006), afirmam que os modelos de análise de séries temporais, tentam prever o futuro baseando-se nos dados do passado.

Os modelos associativos ou causais, incorporam todas as variáveis ou factores que possam vir a influenciar a quantidade que está a ser prevista. Segundo Slack et al (2007), os modelos causais são uma aproximação, que descreve e avalia a complexa relação causa-efeito entre as variáveis chave do produto sujeito à previsão. Chase et al (2006) diz que se tenta entender o sistema subjacente em torno do item a ser previsto.

Dentro dos modelos de séries temporais, destacam-se os métodos das médias móveis, do alisamento exponencial, das médias aritméticas e dos mínimos quadrados (estes 2 últimos baseiam-se na determinação da recta da tendência).

Dentro das séries temporais, quando o padrão do comportamento do mercado é estável (sem tendência ou sazonalidade), deve-se optar pelo método das médias móveis ou do alisamento exponencial. Quando se está na presença de padrões de mercado com tendência ou sazonalidade deve-se optar por um dos outros dois métodos referidos.

Roldão e Ribeiro (2007), referem que o método da média móvel apresenta um fraco rigor nos resultados obtidos, exigindo um conjunto de observações razoável. Já no caso do alisamento exponencial, o mesmo obtém bons resultados no curto prazo e aplica-se essencialmente à previsão de margens e de outras variáveis financeiras.

Ainda segundo os autores, os modelos de regressão obtêm boas aproximações no curto e médio prazo, necessitam de poucos dados e utilizam-se preferencialmente na previsão de vendas com base na observação de dados do passado.

Nos modelos causais, destacamos o modelo da análise da regressão-linear, o qual é semelhante ao modelo dos mínimos quadrados, porém considerando mais variáveis na determinação da previsão, factor esse que dificulta o seu uso, pois é necessário recorrer à computação matemática e o seu uso só se justifica, segundo Chase et al (2006), quando existem vários factores que influenciam a variável de interesse.

Como descreve Courtois et al (2006), a procura pode apresentar varias tipologias: pode ser constante (se oscilar estatisticamente em torno de um valor médio constante no tempo); tendencial (se existir oscilação em torno de um valor crescente ou decrescente no tempo); sazonal (se apresentar variações periódicas nitidamente mais pronunciadas, para cima ou para baixo); sazonal com tendência e irregular (se os valores forem totalmente aleatórios no tempo).

Para aproximar o mais possível da realidade as previsões da procura, deve-se aplicar o factor sazonalidade. É claro que isso só faz sentido se o produto sujeito à previsão sofrer oscilações de procura (baseadas em dados históricos).

Heizer e Render (2007), definem as variações sazonais, como sendo movimentos regulares ascendentes e descendentes numa série temporal, que estão relacionados com as estações do ano ou férias. Também referem que a sazonalidade pode ser aplicada no espaço temporal que pretendemos analisar, tudo dependendo do produto/serviço em estudo.

Para o estudo em questão, vamos basear-nos nos métodos mais simples, com menores custos de implementação e que se adaptem aos dados disponíveis na empresa e ao



espaço temporal de realização deste estudo (método da média aritmética e método dos mínimos quadrados).

## **2.2 – Planeamento da Produção**

O planeamento da produção, baseia-se nas previsões da procura e nas encomendas dos clientes e tem como objectivo, segundo Roldão e Ribeiro et al (2007), ajustar a capacidade de produção às necessidades ditadas pela procura, estabelecer os níveis de existências mínimos, consistentes com os objectivos e garantir o prazo de entrega das encomendas.

Segundo Chase et al (2006), o principal objectivo do planeamento é especificar a taxa de produção óptima, a mão-de-obra necessária e o stock de materiais.

Este planeamento da produção deve ser efectuado, de acordo com Heizer e Render (2008), ajustando taxas de produção, horários de trabalho, níveis de inventário, horas extra, subcontratação e outras variáveis controláveis. Além disso, devem ser levados em consideração vários outros factores, os quais passam por uma força de trabalho e por equipamentos adequados. Se mesmo assim não se conseguir satisfazer a produção mínima, à que recorrer a horas extra, à subcontratação ou à mão obra temporária. Resumindo, o objectivo do planeamento é satisfazer a procura prevista, minimizando os custos durante o período planeado.

Os produtos produzidos também condicionam o planeamento, pois podem ter ciclos de vida curtos, e ser, ou não, perecíveis. No estudo que foi efectuado os produtos produzidos não são perecíveis e o tipo de produção é make-to-stock (MTS).

Quando estamos na presença de produções do tipo MTS, Kaminsky e Kaya (2009) referem que tradicionalmente este é o tipo de produção mais utilizada pelas empresas, as quais fazem stocks de materiais no fim da cadeia logística.

Contudo, num sistema MTS as empresas precisam de estimar a procura, para determinar o que produzir e armazenar. Por esse motivo estes sistemas assentam fortemente nas previsões, as quais como já referido anteriormente, podem não ser muito rigorosas. Além disso, Gupta e Benjaafar (2004) referem a produção para stock pode tornar-se muito dispendiosa, quando a quantidade armazenada é grande.

Visto que o custo de desenvolvimento de métodos e software é elevado e a falta de credibilidade dos mesmos é frequentemente questionada, Duchessi e O’Keefe (1990) referiram que a maior parte das empresas usa o método da aproximação por tentativa e erro, para desenvolver os seus planos de produção. Contudo este método não garante resultados optimizados, mas é fácil de usar e simples de entender, e uma abordagem baseada no conhecimento e experiência do gestor, pode ajudar na optimização do mesmo.

Chase et al (2006) também fazem referência a esta técnica de tentativa e erro através da utilização de figuras e tabelas, as quais envolvem os custos das diversas alternativas de planeamento e de produção, sendo depois seleccionada a opção que melhor satisfaz os critérios.

Tem também que ser definido, qual o horizonte temporal do planeamento. Slack et al (2007), definiram as seguintes características para os planeamentos de curto, médio e longo prazo:

- Planeamento de curto prazo: utiliza previsões de procura totalmente desagregadas ou a procura actual; faz intervenções sobre os recursos para corrigir desvios, ao que esta planeado.
- Planeamento de médio prazo: utiliza previsões da procura parcialmente desagregadas, define recursos e contingências, e tem objectivos definidos em termos financeiros e operacionais.
- Planeamento de longo prazo: utiliza previsões agregadas da procura. Define os recursos também de forma agregada e os objectivos são definidos com grande ênfase na parte financeira.

É de referir que no estudo que vai ser apresentado a capacidade produtiva dos equipamentos é fixa. Para este tipo de situação, Slack et al (2007) apresentam 2 opções:

- “*Level Capacity Plan*”: ignora as flutuações da procura e mantém um nível de produção constante. Nesta opção é estabelecido um nível de produção durante um período (equipamentos e recursos humanos não variam nesse período), indiferente às flutuações na procura. Se os produtos não são perecíveis, os que não são vendidos no imediato, são colocados em stock, de forma a antecipar as flutuações da procura.

Este tipo de ajuste pode atingir objectivos tais como, a manutenção de postos de trabalho estáveis, uma alta utilização de processos e normalmente uma alta produtividade com baixos custos por unidade. Por sua vez, tem o inconveniente de, por vezes, criar grandes quantidades de stocks, as quais tem de ser financiadas e armazenadas. Para além disso, como existe uma limitação em termos de capacidade produtiva, ao se utilizar este método, é possível não satisfazer a procura se a mesma for superior à capacidade.

- “*Chase Demand Plan*”: tenta ajustar-se o mais possível às variações da procura.

Como é esse ajuste feito? Através da variação da mão-de-obra, do aumento das horas/dias de trabalho ou do número de equipamentos a operar.

Por este motivo, este tipo de opção não se adapta a produções de produtos standard ou produtos não perecíveis. Este tipo de plano adapta-se melhor a situações onde não se produzem produtos para stock, ou seja, produtos de venda imediata, pois evita os desperdícios das provisões de mão-de-obra que ocorrem no “level capacity plan”, e mesmo assim satisfaz as necessidades dos clientes no período planeado. Se existir numa situação em que haja armazenagem de produtos, este tipo de plano pode ser adoptado, se a estratégia de produção for a de minimizar ou eliminar stocks de produtos acabados. Um dos contras deste método, surge no caso de existirem mudanças repentinas da procura e com grandes divergências (picos de procura). Neste caso é necessário saber qual o método de ajustar a capacidade, mantendo os níveis de qualidade e os níveis de segurança estabelecidos, assim como o serviço prestado ao cliente. Os métodos possíveis de adoptar podem ser o aumentar o número de horas de trabalho efectivo, o introduzir um novo turno de trabalho, ou o variar a mão-de-obra consoante as necessidades (part-time, subcontratação, admitir/despedir).

Heizer e Render (2008), referem que a maioria das empresas não adopta unicamente nem um, nem outro plano, mas sim um misto dos dois, pois nenhum deles isoladamente prova ser o ideal e a escolha de qual a melhor estratégia a adoptar, torna o planeamento da produção uma tarefa desafiadora para o gestor.

## 2.3 – Gestão de Stocks

Para facilitar a entrada na gestão de stocks, nada melhor do que começar com um dos princípios mais utilizados, o princípio, ou lei, de Pareto (também conhecido por análise 80-20), o qual deu origem a uma metodologia de gestão conhecida por análise ABC, a qual é uma metodologia extremamente eficaz e de fácil implementação. Segundo Grosfeld-Nir et al (2007) a análise ABC consiste em 3 passos: classificação, diferenciação e afectação de recursos. A lei de Pareto indica que sensivelmente 20 % do número total de artigos existentes em armazém, correspondem aproximadamente a 80% do valor financeiro investido em stocks. Reis (2008), refere que se naquele número de artigos for concentrada a maioria dos recursos da gestão (materiais, humanos e tempo), decerto se conseguem resultados muito mais relevantes do que aconteceria, se fossem dispersados tais recursos igual ou indiscriminadamente pela totalidade dos artigos.

Heizer e Render (2008), caracterizam as classes A, B e C da seguinte forma: Classe A, contém os itens que representam entre 70 % a 80 % do valor financeiro e 15 % do total do inventário; Classe B, contém 30 % do inventário e representa 15 % a 25% do valor financeiro; Classe C, contém 55% do total do inventário e só representa 5% do valor financeiro do inventário total.

Reis (2008), também refere que outra das vantagens da utilização da análise ABC é permitir detectar artigos sem movimento (artigos na base da Classe C), os quais devem ser retirados do stock global porque o seu armazenamento implica custos, sem contrapartidas para o funcionamento da empresa.

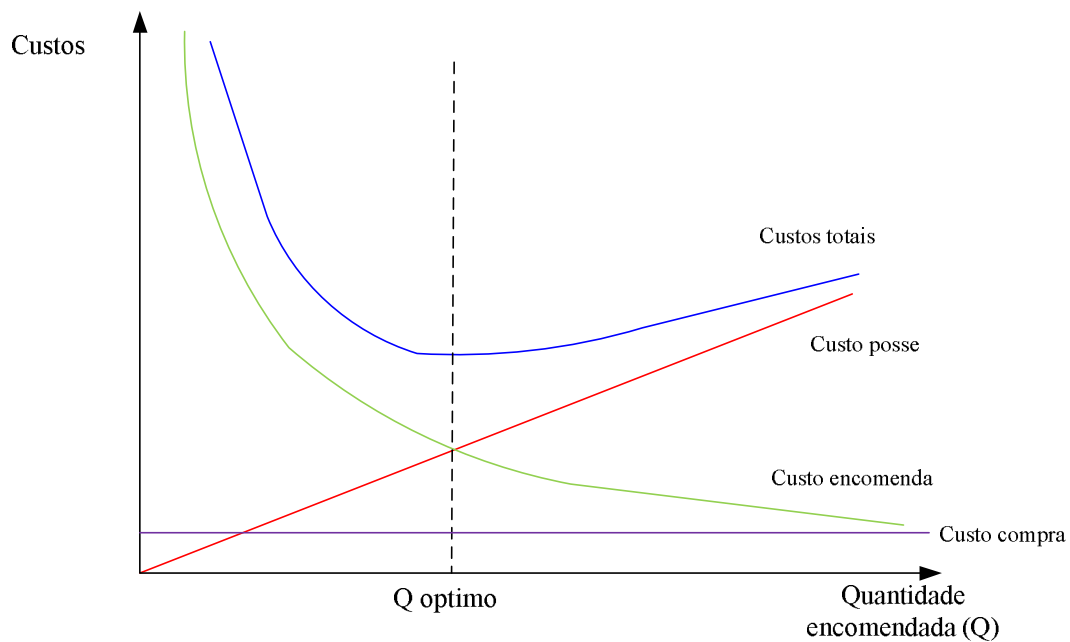
Heizer e Render (2008), reforçam que uma melhor previsão, controlo físico, fiabilidade do fornecedor e uma redução nos stocks de segurança, pode resultar numa política apropriada de controlo de stocks, e que a análise ABC orienta o desenvolvimento dessas políticas.

As grandes questões da gestão de stocks são, quanto encomendar e quando encomendar, de forma a minimizar custos. Segundo Slack et al (2007) esses custos estão directamente associados ao tamanho da encomenda, e podem ser enumerados como: custo da encomenda, custo de ruptura de stocks, custo do capital imobilizado, custos de armazenagem, custos da obsolescência e custos de ineficiência operacional.

A abordagem mais comum para responder a estas questões é o calcular da chamada Quantidade Económica de Encomenda (EOQ – Economic Order Quantity), a qual, segundo os mesmos autores, tenta encontrar o melhor equilíbrio entre as vantagens e desvantagens de armazenar stocks. Chase et al (2006) referem que este modelo tenta determinar o ponto específico, no qual deve ser feita a encomenda e quanto encomendar.

Heizer e Render (2008), referem que esta técnica é relativamente fácil de utilizar, mas é baseada em alguns pressupostos: a procura é conhecida, constante e independente; o tempo entrega é conhecido e constante; a recepção do inventário é instantânea e completa, ou seja, um pedido efectuado é recebido numa encomenda única; não são possíveis descontos de quantidade; os únicos custos variáveis são os custos de encomenda e os custos de posse de stock e as rupturas de stocks são completamente evitadas, se as encomendas foram efectuadas na altura certa.

Figura 2.1 – Custo total de aprovisionamento por quantidade encomendada



Fonte: Slack et al, 2007, pág. 376

Slack et al (2007), concluíram pela análise da Figura 2.1, que embora haja um valor ( $Q_{\text{optimo}}$ ), que minimiza os custos totais, qualquer desvio que surja desse ponto não vai aumentar significativamente os custos totais. Heizer e Render (2008) e Krajewski et al (2007) também reforçam este ponto ao afirmar que a EOQ é um método robusto e com bons resultados.

Depois de encontrar a melhor forma de responder à primeira pergunta (quanto encomendar), temos de saber o quando encomendar. Para isso existem dois métodos de reaprovisionamento, os quais são: o método do ponto de encomenda (ROP – re-order point) e o método da periodicidade fixa de encomenda (ROL – re-order level).

Segundo Reis (2008), o MPE consiste em fazer uma nova encomenda (a quantidade a encomendar de cada vez é fixa e igual ao lote económico) sempre que o stock atingir um determinado nível, denominado ponto de encomenda, nível esse que foi previamente determinado. Já Slack et al (2007), faz uma explicação mais pormenorizada do método. Assumindo que as encomendas chegavam instantaneamente e a procura era constante e previsível, a decisão de quando fazer a encomenda era óbvia, isto é, a encomenda era efectuada quando o nível do stock estivesse perto do zero, evitando assim as rupturas de stocks. Como tal facto não acontece, pois existe um período de tempo entre a encomenda e a entrega, podemos então calcular o ponto encomenda, ponto esse que é igual ao ponto onde o stock é igual a zero mais o tempo de entrega.

As desvantagens da utilização deste método segundo Reis (2008) são o tempo que se consome, pois o mesmo exige que o stock seja constantemente monitorizado e actualizado, sempre que entram ou saem artigos do armazém e o não permitir um agrupamento de diferentes artigos na mesma encomenda.

No MPFE, o período de tempo de aprovisionamento é constante, variando a quantidade a encomendar de cada vez e não é necessário estar constantemente a monitorizar os stocks. De acordo com Reis (2008), a grande desvantagem da utilização deste método segundo é o facto do mesmo se manter “cego” durante o período de aprovisionamento, e portanto vulnerável às variações de consumo, correndo quem o utiliza o risco de ter rupturas de stock, devido a variações da procura.

Para fazer face às desvantagens da utilização dos métodos anteriores, podem-se utilizar stocks de segurança, os quais segundo Chase et al (2006) são definidos como a quantidade de existências adicionados ao sistema para fazer face a uma variação imprevista da procura, ou como Slack et al (2007) definem, o propósito de existirem



stocks de segurança é compensar qualquer flutuação inesperada na procura ou no fornecimento (os processos de entrega por parte dos fornecedores, não são 100% fiáveis).

No caso do MPE, os mesmos vão permitir que não ocorram rupturas de stocks caso aconteça um atraso na entrega da encomenda ou uma variação na procura durante o prazo de aprovisionamento. No caso do MPFE, os mesmos vão permitir que não ocorram rupturas de stocks, porque, como já foi referido anteriormente, este método é “cego” durante o período de aprovisionamento, sendo por isso mais vulnerável a rupturas.

A quantidade fixada para os stocks de segurança, está directamente ligada aos custos de posse e armazenagem dos stocks, e também ao risco de ruptura, que os responsáveis pela gestão da empresa estão dispostos a correr.

### 3 - Previsão da Procura

Visto que, para fazermos o planeamento da produção é necessário termos a noção do que vai ser necessário produzir, torna-se imperativo determinar a previsão da procura para um ou mais produtos no curto, médio ou longo prazo. Para o projecto em questão as previsões que interessam são as de curto e médio prazo, pois são estas que vão permitir fazer o planeamento da produção e por sua vez os aprovisionamentos e gestão de stocks.

Para o estudo da previsão da procura, foram utilizados dois dos métodos quantitativos mais vulgarizados: o método das médias aritméticas e o dos mínimos quadrados. Para o cálculo das previsões foram utilizados dados históricos de 2007 e 2008 (Tabela 3.1), e com base nos mesmos, chegou-se às seguintes previsões:

Tabela 3.1: Dados das produções de betão (m3) e betuminoso (ton) para 2007 e 2008

Meses	2007		2008	
	Betão	Betuminoso	Betão	Betuminoso
<b>Jan</b>	1442,00	32,00	1532,00	198,00
<b>Fev</b>	1367,00	38,00	2030,00	829,00
<b>Mar</b>	1689,00	994,00	2008,00	1269,00
<b>Abr</b>	1321,00	977,00	2265,00	1106,00
<b>Mai</b>	3046,00	804,00	2787,00	1780,00
<b>Jun</b>	2524,00	23,00	2950,00	1055,00
<b>Jul</b>	2189,00	466,00	2479,00	1500,00
<b>Ago</b>	3644,00	1141,00	2174,00	1357,00
<b>Set</b>	2328,00	2476,00	2772,00	306,00
<b>Out</b>	1599,00	1478,00	3470,00	829,00
<b>Nov</b>	1887,00	1496,00	2789,00	571,00
<b>Dez</b>	1592,00	1366,00	1437,00	1057,00
<b>Total</b>	24628,00	11291,00	28693,00	11857,00
<b>Média</b>	2052,00	941,00	2391,00	988,00

### 3.1 - Método das médias aritméticas

Através da fórmula apresentada a seguir chegamos à fórmula final da recta da tendência:

$$x - x_1 = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} (t - t_1)$$

Em que:

$x$  – valor da produção a determinar

$x_1$  - média mensal dos valores da produção verificados no período de tempo 1

$x_2$  - média mensal dos valores da produção verificados no período de tempo 2

$t_1$  – data que corresponde a metade do período de tempo 1

$t_2$  – data que corresponde a metade do período de tempo 2

$t$  - mês que corresponde ao valor da produção a determinar

Com a determinação da recta da tendência, podemos determinar a previsão da procura para o período que pretendemos (Tabela 3.3 e 3.5).

#### 3.1.1 - Previsão procura betão pronto

Determinação da recta da tendência para a procura do betão pronto

Tabela 3.2: Produção betão pronto dividida em 2 períodos para o ano de 2008

Betão pronto			
Período 1	t1	Período 2	t2
1	1532	7	2479
2	2030	8	2174
3	2008	9	2772
4	2265	10	3470
5	2787	11	2789
6	2950	12	1437
<b>Total</b>	13572		15121
<b>Média</b>	2262		2520

Partindo da tabela 3.2, obtemos os seguintes valores:

$$x_1 = 2262$$

$$x_2 = 2520$$

$$t_1 = 3$$

$$t_2 = 9$$

E com base nos mesmos chegamos à seguinte recta de tendência

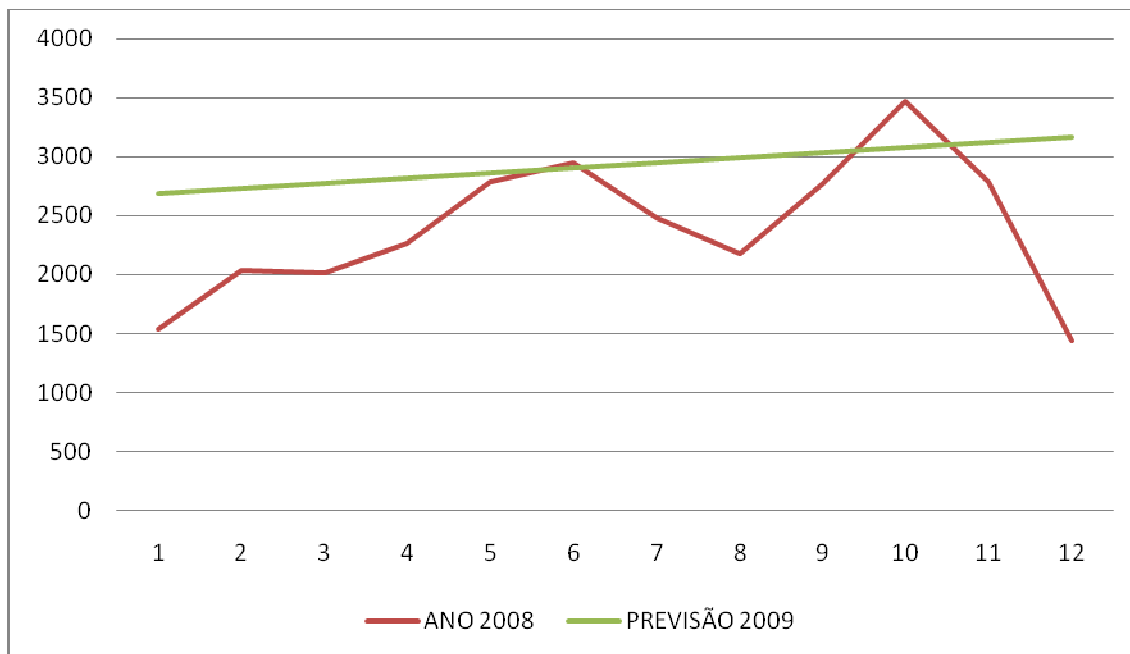
$$x - 2262 = \frac{2520 - 2262}{9 - 3}(t - 3) \Leftrightarrow x = 43t + 2133$$

Tabela 3.3: Previsão da procura de betão pronto para 2009

2008	Produção	2009	Previsão
1	1532	13	2692
2	2030	14	2735
3	2008	15	2778
4	2265	16	2821
5	2787	17	2864
6	2950	18	2907
7	2479	19	2950
8	2174	20	2993
9	2772	21	3037
10	3470	22	3080
11	2789	23	3123
12	1437	24	3166
<b>Total</b>	28690		35147

Pela análise do Figura 3.1 verifica-se que o método prevê uma tendência crescente ao longo do ano. Pela análise do ano 2008 constatamos que podemos estar na presença de uma procura sazonal (com 2 picos) a qual poderá estar directamente ligada às condições climáticas (principalmente chuva) as quais podem condicionar a realização dos trabalhos nas obras.

Figura 3.1: Previsão da procura de betão pronto (Médias Aritméticas)



### 3.1.2 - Previsão procura betão betuminoso

Determinação da recta de tendência para a procura do betão betuminoso

Tabela 3.4: Produção betão betuminoso dividida em 2 períodos para o ano de 2008

Betão betuminoso			
Período 1	t1	Período 2	t2
1	198	7	1499
2	829	8	1357
3	1269	9	306
4	1106	10	829
5	1780	11	571
6	1055	12	1057
<b>Total</b>	6237		5619
<b>Média</b>	1040		937

Partindo da tabela 3.4, obtemos os seguintes valores:

$$x_1 = 1040$$

$$x_2 = 937$$

$$t_1 = 9$$

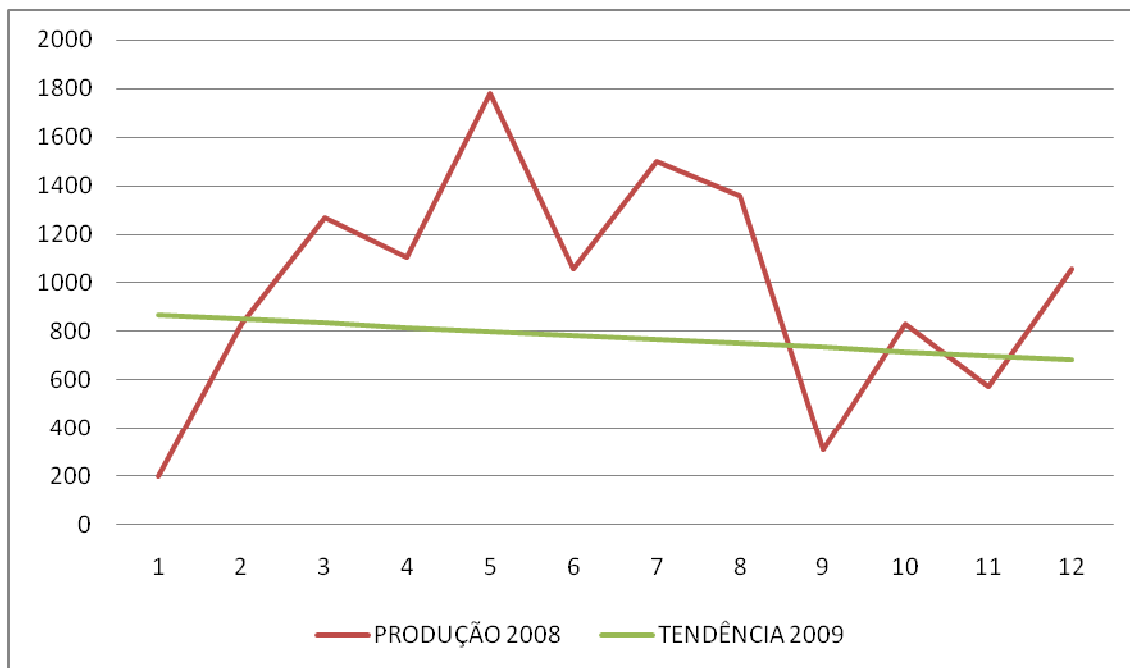
$$t_2 = 3$$

$$x - 1040 = \frac{937 - 1040}{9 - 3}(t - 3) \Leftrightarrow x = -17,16t + 1091,5$$

Tabela 3.5: Previsão da procura de betão betuminoso

2008	Produção	2009	Previsão
1	198	13	868
2	829	14	851
3	1269	15	834
4	1106	16	816
5	1780	17	799
6	1055	18	782
7	1499	19	765
8	1357	20	748
9	306	21	731
10	829	22	713
11	571	23	696
12	1057	24	679
<b>TOTAL</b>	11856		9281
<b>MÉDIA</b>	988		773

Figura 3.2: Previsão da procura de betão betuminoso (Médias Aritméticas)



Ao contrário do betão pronto, o betão betuminoso apresenta uma tendência decrescente ao longo do ano, que resulta de uma produção média no 1º semestre superior à do 2º semestre. Em relação à tipologia da procura considera-se que estamos perante uma procura sazonal de um só pico.

### 3.2 – Método dos mínimos quadrados

Pelo método dos Mínimos Quadrados (à semelhança do método da Média Aritmética) também chegamos à recta da tendência, que tem a seguinte formula:

$$x = a + bt \text{ onde } a = \bar{x} - b \cdot \bar{t} \text{ e } b = \frac{\sum(t.x) - \bar{x} \cdot \sum t}{\sum t^2 - \bar{t} \cdot \sum t}$$

Em que:

x – valor da produção a determinar

t – mês que corresponde ao valor da produção a determinar

#### 3.2.1- Previsão procura betão pronto

Determinação da Recta da Tendência para a procura do betão pronto, com base nos valores da tabela 3.6.

Cálculo de b:

$$b = \frac{194607 - 2391 \times 78}{650 - 7 \times 78} = 77,97$$

Cálculo de a:

$$a = 2391 - 77,97 \times 7 = 1845,21$$

Sendo que a recta da tendência vai ser:

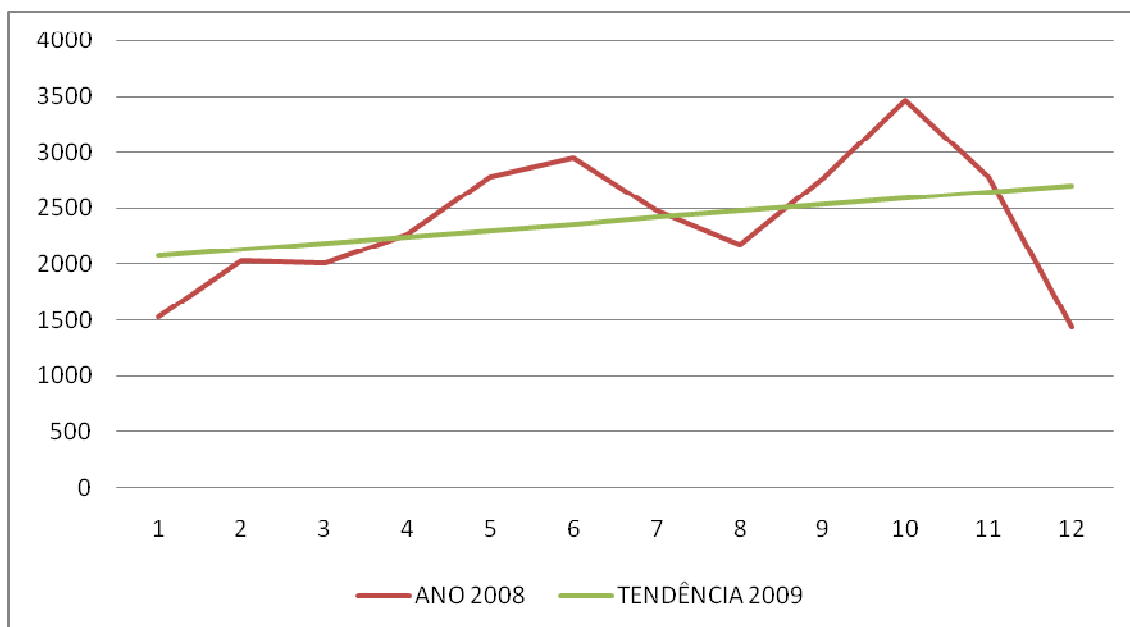
$$x = a + bt \Leftrightarrow x = 1845,21 + 77,97t$$



Tabela 3.6: Previsão procura de betão pronto para 2009

Previsão procura betão pronto (m3)					
	Meses t	Consumos x	t.x	t <sup>2</sup>	Previsão
	1	1532	1532	1	2078
	2	2030	4060	4	2135
	3	2008	6024	9	2192
	4	2265	9060	16	2249
	5	2787	13933	25	2306
	6	2950	17697	36	2362
	7	2479	17350	49	2419
	8	2174	17392	64	2476
	9	2772	24948	81	2533
	10	3470	34695	100	2590
	11	2789	30674	121	2646
	12	1437	17244	144	2703
Total	78	28690	194607	650	28696
Média	7	2391			

Figura 3.3: Previsão da procura de betão pronto (Mínimos Quadrados)



### 3.2.2 - Previsão procura betão betuminoso

Determinação da Recta da Tendência para a procura do betão betuminoso com base nos valores da tabela 3.7

Cálculo de b:

$$b = \frac{76675 - 988 \times 78}{650 - 7 \times 78} = -3,74$$

Cálculo de a:

$$a = 988 - (-3,74 \times 7) = 1014,18$$

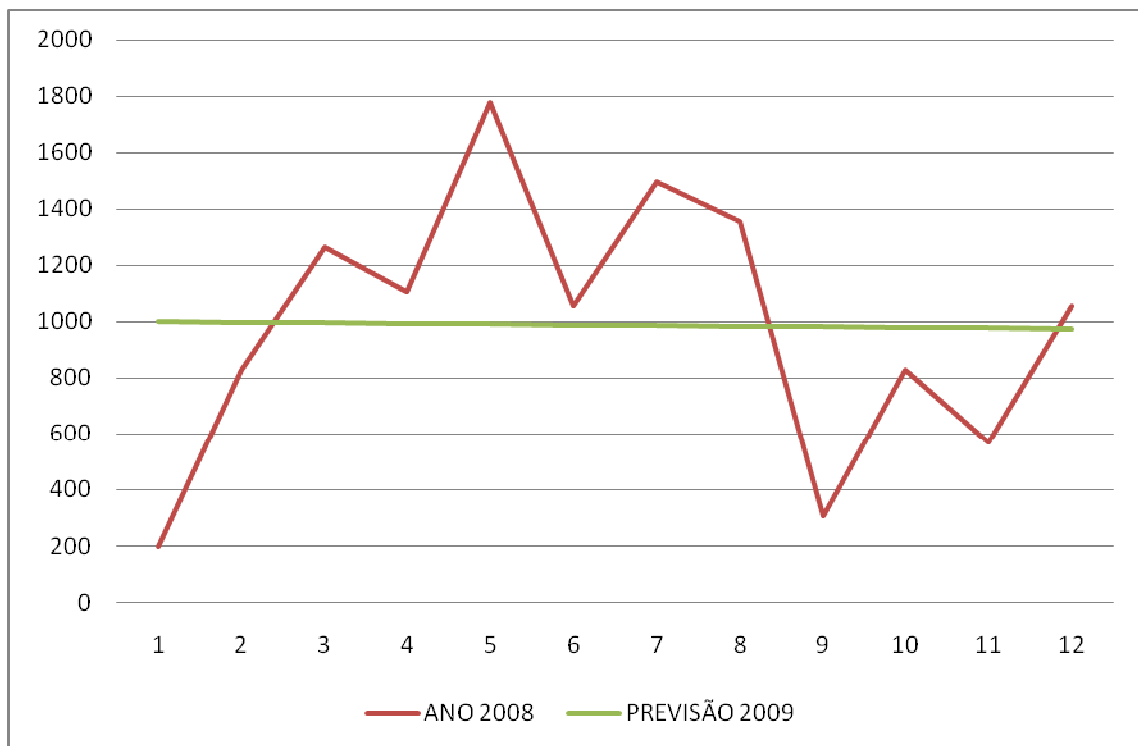
Sendo que a recta da tendência vai ser:

$$x = a + bt \Leftrightarrow x = 1014,18 - 3,74t$$

Tabela 3.7: Previsão da Procura de betão betuminoso para 2009

Previsão procura betão betuminoso (ton)					
Meses t	Consumos x	t.x	t <sup>2</sup>	Previsão	
1	198	198	1	1010	
2	829	1658	4	1007	
3	1269	3807	9	1003	
4	1106	4424	16	999	
5	1780	8900	25	995	
6	1055	6330	36	992	
7	1499	10493	49	988	
8	1357	10856	64	984	
9	306	2754	81	981	
10	829	8290	100	977	
11	571	6281	121	973	
12	1057	12684	144	969	
Total	78	11856	76675	650	11878
Média	7	988			

Figura 3.4: Previsão da procura de betão betuminoso (Mínimos Quadrados)



Comparando ambos os métodos e baseado na experiência profissional do autor do estudo, conclui-se que, pelo menos no sector analisado, o método dos mínimos quadrados faz uma previsão mais próxima da realidade. O método das médias aritméticas tende a fazer uma previsão por cima (+6451 m<sup>3</sup> betão) quando a tendência do mercado é crescente e faz uma previsão por baixo (-2597 ton) quando a tendência é decrescente. Baseado nestes resultados será considerado o método dos mínimos quadrados e em seguida, para nos aproximarmos mais da realidade, iremos aplicar a variação sazonal nas previsões.

Na prática, e no mercado em questão, a procura por norma não é crescente mas sim sazonal (é maior durante as estações secas e diminui nas estações molhadas).

### 3.3 - Previsão da procura com sazonalidade

A sazonalidade é calculada através do coeficiente entre a média mensal e a média da previsão. Neste caso optou-se por calcular o valor sazonal por trimestre e os resultados são apresentados abaixo (Tabelas 3.8 e 3.10).

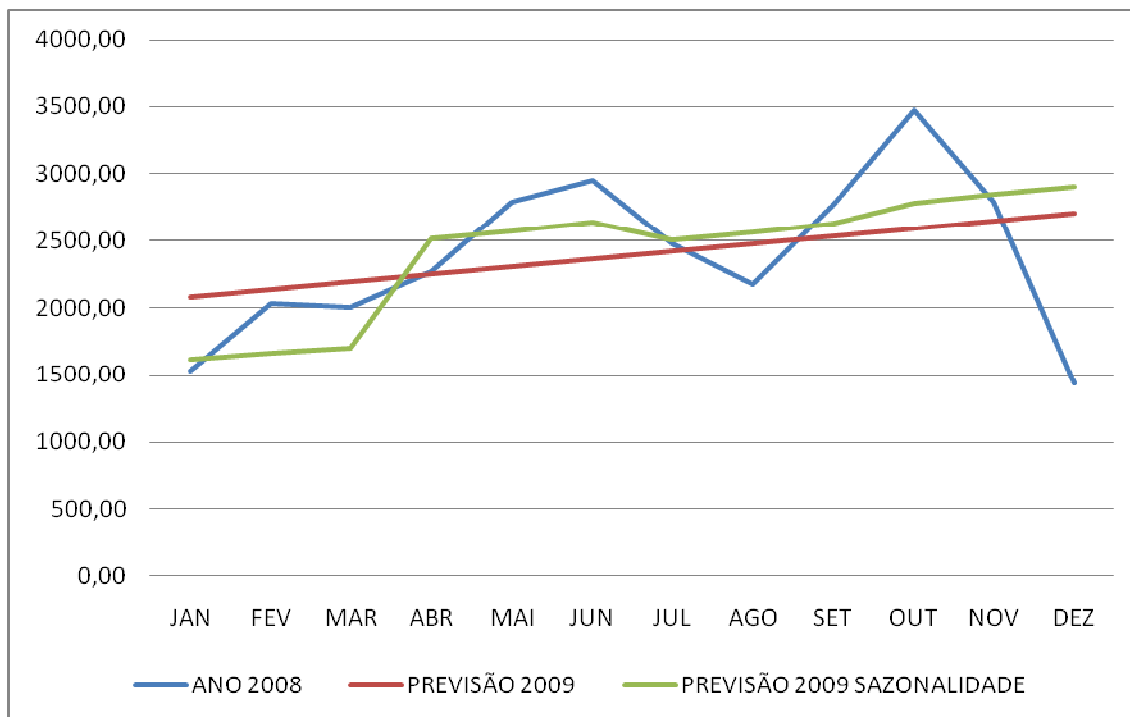
Tabela 3.8: Factor de sazonalidade trimestral betão pronto

Betão pronto	1º trimestre	2º trimestre	3º trimestre	4º trimestre
<b>Procura total</b>	5570	8001	7425	7695
<b>Media mensal</b>	1857	2667	2475	2565
<b>Factor sazonal</b>	0,78	1,12	1,04	1,07

Tabela 3.9: Aplicação do factor de sazonalidade à previsão do betão pronto

2009	Betão pronto	Sazonalidade
1	2078	1614
2	2135	1658
3	2192	1702
4	2249	2509
5	2306	2572
6	2362	2635
7	2419	2504
8	2476	2563
9	2533	2622
10	2590	2778
11	2646	2839
12	2703	2900

Figura 3.5: Previsão procura betão pronto com factor sazonalidade para 2009



Só no 1º Trimestre, o factor de sazonalidade é inferior a 1, sendo que a causa provável é o facto de haver menor procura por no início do ano as obras estarem a arrancar e as empresas estarem a fechar o ano anterior. Podemos constatar no histórico dos 2 últimos anos, que o primeiro trimestre é sempre mais fraco em termos de procura (Tabela 3.1).

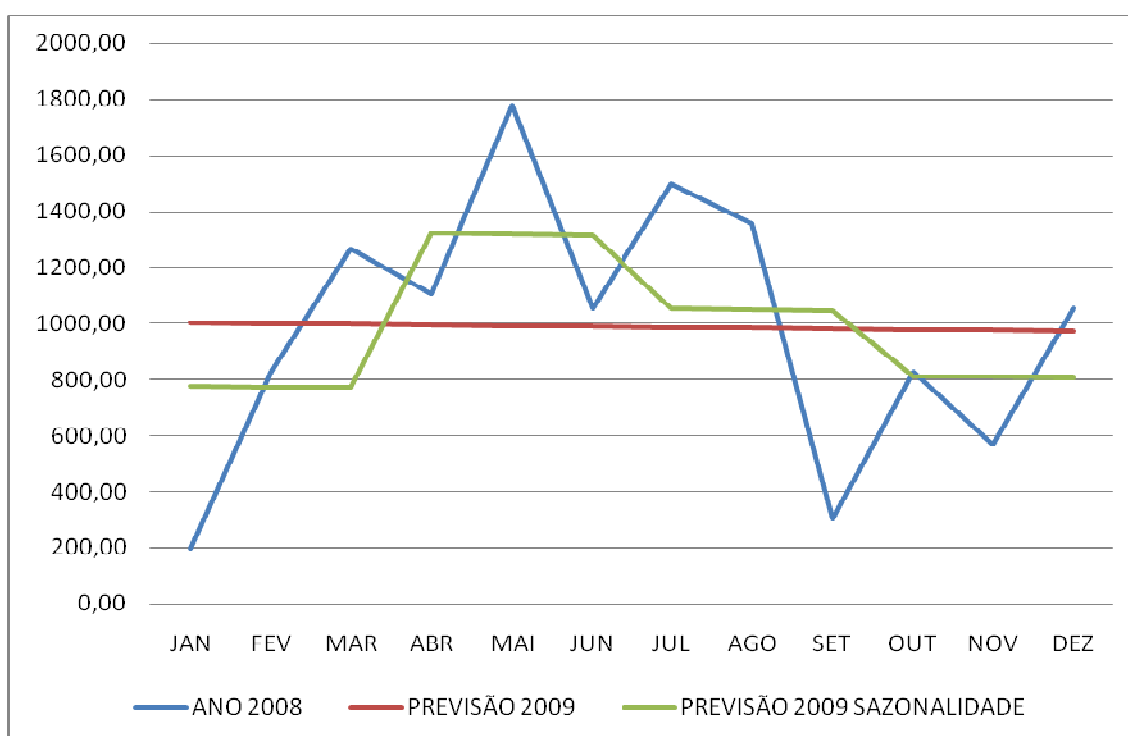
Tabela 3.10: Factor de sazonalidade trimestral para o betão betuminoso

Betuminoso	1º trimestre	2º trimestre	3º trimestre	4º trimestre
<b>Procura total</b>	2295	3941	3163	2457
<b>Media mensal</b>	765	1314	1054	819
<b>Factor sazonal</b>	0,77	1,33	1,07	0,83

Tabela 3.11: Aplicação do factor de sazonalidade à previsão betão betuminoso

2009	Betuminoso	Sazonalidade
1	1010	782
2	1007	780
3	1003	777
4	999	1328
5	995	1324
6	992	1319
7	988	1054
8	984	1050
9	981	1046
10	977	810
11	973	807
12	969	804

Figura 3.6: Previsão procura betão betuminoso com factor sazonalidade



Como já anteriormente mencionámos, verificamos que os trimestres da Primavera e Verão (épocas secas), são os trimestres onde o factor sazonal é superior a 1, pois o

betuminoso só pode ser aplicado em condições atmosféricas secas, o que prova que a aplicação da sazonalidade é importante no planeamento da produção.

### 3.4 - Previsão total agregados com base nos mínimos quadrados

Com base nas previsões da procura do betão pronto e do betão betuminoso, podemos prever as quantidades de agregados que vão ser necessárias produzir para satisfazer as necessidades da procura, o que por sua vez permite fazer o planeamento da produção.

Tabela 3.12: Quantidade de agregados necessários para a produção dos betões.

		Agregados (toneladas)			
		Pó	Bago arroz (Ba)	Brita 1 (B1)	Brita 2 (B2)
<b>Betão</b>	<b>1 m3</b>	0,504	0,096	0,336	0,576
<b>Betuminoso</b>	<b>1 ton</b>	0,450	0,140	0,240	0,120

Tabela 3.13: Quantidade de agregados para produção betão pronto

Agregados betão pronto					
Meses t	Previsão	Pó	Ba	B1	B2
1	1614	813	155	542	930
2	1658	836	159	557	955
3	1702	858	163	572	980
4	2509	1264	241	843	1445
5	2572	1296	247	864	1481
6	2635	1328	253	885	1518
7	2504	1262	240	841	1442
8	2563	1292	246	861	1476
9	2622	1321	252	881	1510
10	2778	1400	267	933	1600
11	2839	1431	273	954	1635
12	2900	1462	278	974	1670
Total		14564	2774	9709	16644
Média		1214	231	809	1387

Tabela 3.14: Quantidade de agregados para produção betão betuminoso

Agregados betão betuminoso					
Meses t	Previsão	Pó	Ba	B1	B2
1	782	352	110	188	94
2	780	351	109	187	94
3	777	349	109	186	93
4	1328	598	186	319	159
5	1324	596	185	318	159
6	1319	593	185	316	158
7	1054	474	148	253	127
8	1050	473	147	252	126
9	1046	471	146	251	126
10	810	364	113	194	97
11	807	363	113	194	97
12	804	362	113	193	96
Total	11880	5346	1663	2851	1426
Média	990	446	139	238	119

Tabela 3.15: Total de agregados previstos produzir

Total agregados					
Meses t	Pó	Ba	B1	B2	Total
1	1166	264	730	1024	3184
2	1186	268	744	1049	3248
3	1207	272	758	1074	3311
4	1862	427	1162	1604	5055
5	1892	432	1182	1640	5146
6	1922	438	1202	1676	5237
7	1737	388	1094	1569	4788
8	1764	393	1113	1602	4873
9	1792	398	1132	1636	4958
10	1765	380	1128	1697	4970
11	1794	386	1148	1732	5059
12	1823	391	1167	1767	5148
Total	19910	4437	12561	18070	54978
Média	1659	370	1047	1506	4581



Com base na Tabela 3.15, determinamos a quantidade de agregados a produzir durante 2009 de forma a satisfazer a procura de betão e betuminoso e podemos iniciar o planeamento de produção de agregados.

## 4 - Planeamento da Produção

Após determinação da previsão da procura dos agregados, temos de passar para a fase do planeamento da produção dos mesmos. O sistema produtivo é do tipo “Make to Stock” pois os materiais produzidos não são perecíveis, nem se tornam obsoletos.

Em primeiro lugar, é necessário conhecer, o sistema produtivo, o qual é apresentado na Figura 4.1, e as respectivas capacidades dos equipamentos disponíveis. Vamos utilizar como unidade de output as toneladas por hora.

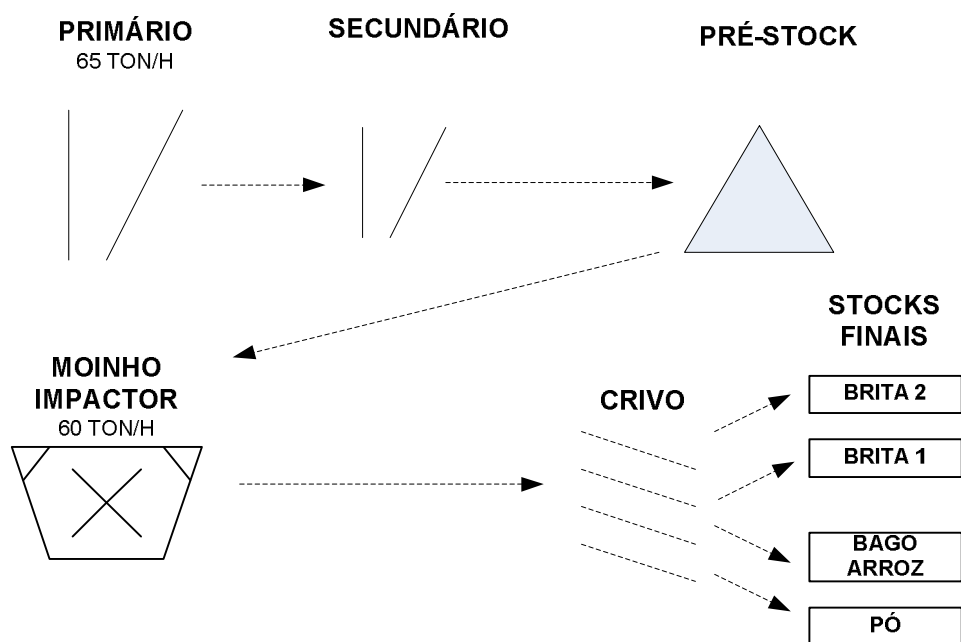


Figura 4.1: Sistema produtivo da produção de agregados

Como estamos perante a produção de 4 agregados, temos de dividir a produção global do moinho impactor pelos 4 produtos finais: pó, bago arroz, brita 1 e brita 2, a qual é apresentada na Tabela 4.1:

Tabela 4.1: Produção horária moinho impactor

Produção britas	Ton/h
Pó	27,00
Bago arroz	3,00
Brita 1	10,50
Brita 2	19,50
Total	60,00

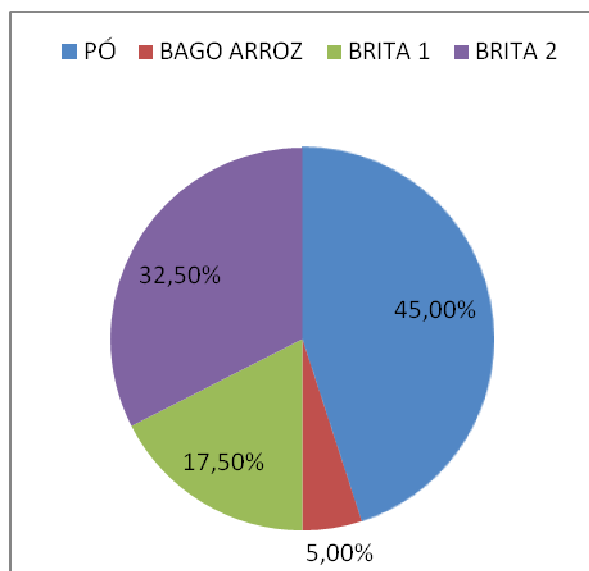


Figura 4.2: Produção em percentagem do moinho impactor

Considerando estas produções unitárias, podemos fazer o planeamento da produção total para 2009 e ver se a mesma satisfaz a procura.

Baseando-nos nas produções horárias do moinho impactor e considerando um horário de trabalho de 8 horas/dia (só dias úteis), chegamos às produções apresentadas na Tabela 4.2:

Tabela 4.2: Produções moinho impactor para 2009 com rentabilidade 100%

Mês	Horas	Dias	Total horas	Rent.	Pó	Ba	B1	B2	Total
<b>Jan</b>	8	22	176	100%	4752	528	1848	3432	10560
<b>Fev</b>	8	20	160	100%	4320	480	1680	3120	9600
<b>Mar</b>	8	22	176	100%	4752	528	1848	3432	10560
<b>Abr</b>	8	22	176	100%	4752	528	1848	3432	10560
<b>Mai</b>	8	21	168	100%	4536	504	1764	3276	10080
<b>Jun</b>	8	22	176	100%	4752	528	1848	3432	10560
<b>Jul</b>	8	23	184	100%	4968	552	1932	3588	11040
<b>Ago</b>	8	21	168	100%	4536	504	1764	3276	10080
<b>Set</b>	8	22	176	100%	4752	528	1848	3432	10560
<b>Out</b>	8	22	176	100%	4752	528	1848	3432	10560
<b>Nov</b>	8	21	168	100%	4536	504	1764	3276	10080
<b>Dez</b>	8	23	184	100%	4968	552	1932	3588	11040
<b>Total</b>			<b>2088</b>		<b>56376</b>	<b>6264</b>	<b>21924</b>	<b>40716</b>	<b>125280</b>

Os valores apresentados baseiam-se numa rentabilidade de 100%, e por comparação com a Tabela 3.15 do capítulo anterior, verificamos que com essa rentabilidade a procura era satisfeita.

No entanto, nunca conseguimos rentabilidades de 100%, pois temos de contar com a manutenção dos equipamentos, as avarias e a produtividade variável dos recursos humanos.

Sendo assim, e baseando-nos em dados de 2008 (histórico da empresa), constatamos que a rentabilidade na produção de agregados situa-se nos 65 %, chegando então às produções apresentadas na Tabela 4.3.

Tabela 4.3: produção moinho impactor com rentabilidade de 65%.

Mês	Horas	Dias	Total horas	Rent	Pó	Ba	B1	B2	Total
Jan	8	22	176	65%	3089	343	1201	2231	6864
Fev	8	20	160	65%	2808	312	1092	2028	6240
Mar	8	22	176	65%	3089	343	1201	2231	6864
Abr	8	22	176	65%	3089	343	1201	2231	6864
Mai	8	21	168	65%	2948	328	1147	2129	6552
Jun	8	22	176	65%	3089	343	1201	2231	6864
Jul	8	23	184	65%	3229	359	1256	2332	7176
Ago	8	21	168	65%	2948	328	1147	2129	6552
Set	8	22	176	65%	3089	343	1201	2231	6864
Out	8	22	176	65%	3089	343	1201	2231	6864
Nov	8	21	168	65%	2948	328	1147	2129	6552
Dez	8	23	184	65%	3229	359	1256	2332	7176
<b>Total</b>			<b>2088</b>		<b>36644</b>	<b>4072</b>	<b>14251</b>	<b>26465</b>	<b>81432</b>

Pela análise dos totais produzidos e comparando os mesmos com as previsões de consumos (tabela 3.15), constatamos que com a rentabilidade de 65%, não iremos satisfazer a procura na produção do bago de arroz. Sendo assim torna-se necessário proceder a alterações no planeamento da produção ao nível do horário de trabalho, as quais poderão ser o aumentar do número de horas trabalhadas durante a semana, ou então trabalhar aos sábados.

Para facilitar a análise apresenta-se em seguida a tabela das produções acumuladas (Tabela 4.4), que nos vai mostrar os meses em que a procura não é satisfeita.

Tabela 4.4: Produções acumuladas moinho impactor 2009

Mês	Horas	Dias	Total horas	Rent	Pó	Acum.	Ba	Acum	B1	Acum	B2	Acum
Jan	8	22	176	65%	3089	1926	343	80	1201	473	2231	1208
Fev	8	20	160	65%	2808	3550	312	124	1092	822	2028	2188
Mar	8	22	176	65%	3089	5433	343	196	1201	1266	2231	3346
Abr	8	22	176	65%	3089	6663	343	113	1201	1306	2231	3973
Mai	8	21	168	65%	2948	7721	328	9	1147	1272	2129	4463
Jun	8	22	176	65%	3089	8890	343	-85	1201	1272	2231	5018
Jul	8	23	184	65%	3229	10383	359	-114	1256	1434	2332	5781
Ago	8	21	168	65%	2948	11567	328	-179	1147	1468	2129	6308
Set	8	22	176	65%	3089	12864	343	-235	1201	1536	2231	6903
Out	8	22	176	65%	3089	14187	343	-272	1201	1609	2231	7436
Nov	8	21	168	65%	2948	15340	328	-330	1147	1608	2129	7833
Dez	8	23	184	65%	3229	16745	359	-362	1256	1696	2332	8398
Total			2088		36644		4072		14251		26465	

Pela análise verificamos que, para a carga horária definida, a partir de Junho a procura de bago de arroz não é satisfeita, logo é necessário proceder a alguns ajustes de forma a satisfazer as necessidades.

Para a resolução deste problema podemos optar pelas seguintes hipóteses (Tabelas 4.5 a 4.8):

1ª Hipótese: aumentar a carga horária para nove horas diárias durante todo o ano. (Tabela 4.5), onde constatamos que a procura é satisfeita.

Tabela 4.5: Produções para uma carga horária de 9 horas diárias.

Mês	Horas	Dias	Total horas	Rent	Pó	Acum	Ba	Acum	B1	Acum	B2	Acum
Jan	9	22	198	65%	3475	2312	386	122	1351	623	2510	1487
Fev	9	20	180	65%	3159	4287	351	206	1229	1108	2282	2720
Mar	9	22	198	65%	3475	6556	386	320	1351	1702	2510	4157
Abr	9	22	198	65%	3475	8172	386	281	1351	1893	2510	5063
Mai	9	21	189	65%	3317	9599	369	218	1290	2003	2396	5819
Jun	9	22	198	65%	3475	11154	386	167	1351	2153	2510	6653
Jul	9	23	207	65%	3633	13051	404	182	1413	2471	2624	7708
Ago	9	21	189	65%	3317	14603	369	158	1290	2648	2396	8501
Set	9	22	198	65%	3475	16286	386	146	1351	2867	2510	9375
Out	9	22	198	65%	3475	17995	386	151	1351	3090	2510	10187
Nov	9	21	189	65%	3317	19517	369	134	1290	3232	2396	10850
Dez	9	23	207	65%	3633	21325	404	146	1413	3477	2624	11706
<b>Total</b>			<b>2349</b>		<b>41225</b>		<b>4581</b>		<b>16032</b>		<b>29774</b>	

2ª Hipótese: Aumentar a carga horária para 10 horas diárias nos meses em que a procura não é satisfeita. (Tabela 4.6).

Tabela 4.6: Produção com carga horária de 10 horas nos meses em que a procura não é satisfeita.

Mês	Horas	Dias	Total horas	Rent	Pó	Acum	Ba	Acum	B1	Acum	B2	Acum
Jan	8	22	176	65%	3089	1926	343	80	1201	473	2231	1208
Fev	8	20	160	65%	2808	3550	312	124	1092	822	2028	2188
Mar	8	22	176	65%	3089	5433	343	196	1201	1266	2231	3346
Abr	8	22	176	65%	3089	6663	343	113	1201	1306	2231	3973
Mai	8	21	168	65%	2948	7721	328	9	1147	1272	2129	4463
Jun	10	22	220	65%	3861	9662	429	1	1502	1573	2789	5575
Jul	10	23	230	65%	4037	11963	449	61	1570	2048	2915	6922
Ago	10	21	210	65%	3686	13884	410	78	1433	2368	2662	7981
Set	10	22	220	65%	3861	15952	429	109	1502	2738	2789	9134
Out	10	22	220	65%	3861	18048	429	157	1502	3111	2789	10225
Nov	8	21	168	65%	2948	19201	328	99	1147	3109	2129	10622
Dez	8	23	184	65%	3229	20606	359	67	1256	3197	2332	11187
<b>Total</b>			<b>2308</b>		<b>40505</b>		<b>4501</b>		<b>15752</b>		<b>29254</b>	

Constatamos que a procura é satisfeita, contudo no mês de Junho podemos considerar que estamos perante uma ruptura nos stocks, pois é uma quantidade muito reduzida, e por esse facto não devemos optar por esta hipótese.

3ª Hipótese: Trabalhar aos sábados nos meses em que a procura não é satisfeita (tabela 4.7).

Tabela 4.7: Produção trabalhando sábados nos meses em que a procura não é satisfeita

Mês	Horas	Dias	Total horas	Rent	Pó	Acum	Ba	Acum	B1	Acum	B2	Acum
Jan	8	22	176	65%	3089	1926	343	80	1201	473	2231	1208
Fev	8	20	160	65%	2808	3550	312	124	1092	822	2028	2188
Mar	8	22	176	65%	3089	5433	343	196	1201	1266	2231	3346
Abr	8	22	176	65%	3089	6663	343	113	1201	1306	2231	3973
Mai	8	21	168	65%	2948	7721	328	9	1147	1272	2129	4463
Jun	8	26	208	65%	3650	9451	406	-23	1420	1491	2636	5423
Jul	8	27	216	65%	3791	11506	421	11	1474	1871	2738	6592
Ago	8	25	200	65%	3510	13252	390	8	1365	2123	2535	7525
Set	8	26	208	65%	3650	15110	406	15	1420	2410	2636	8525
Out	8	26	208	65%	3650	16995	406	40	1420	2701	2636	9464
Nov	8	25	200	65%	3510	18710	390	44	1365	2918	2535	10267
Dez	8	23	184	65%	3229	20114	359	12	1256	3006	2332	10832
Total			2280		40014		4446		15561		28899	

Como constatamos nesta hipótese a procura não é satisfeita, logo não devemos considerar a mesma para este estudo.



4ª Hipótese: Trabalhar durante todo o ano aos sábados (tabela 4.8)

Tabela 4.8: Produção trabalhando todos os sábados.

Mês	Horas	Dias	Total horas	Rent.	Pó	Acum	Ba	Acum	B1	Acum	B2	Acum
Jan	8	27	216	65%	3791	2628	421	158	1474	746	2738	1715
Fev	8	24	192	65%	3370	4813	374	264	1310	1313	2434	3101
Mar	8	26	208	65%	3650	7258	406	398	1420	1975	2636	4664
Abr	8	26	208	65%	3650	9049	406	378	1420	2235	2636	5697
Mai	8	26	208	65%	3650	10810	406	352	1420	2474	2636	6693
Jun	8	26	208	65%	3650	12540	406	321	1420	2692	2636	7654
Jul	8	27	216	65%	3791	14595	421	354	1474	3072	2738	8823
Ago	8	25	200	65%	3510	16341	390	351	1365	3324	2535	9756
Set	8	26	208	65%	3650	18199	406	358	1420	3611	2636	10756
Out	8	26	208	65%	3650	20084	406	384	1420	3903	2636	11695
Nov	8	25	200	65%	3510	21799	390	388	1365	4119	2535	12498
Dez	8	23	184	65%	3229	23203	359	355	1256	4207	2332	13062
<b>Total</b>			<b>2456</b>		<b>43103</b>		<b>4789</b>		<b>16762</b>		<b>31130</b>	

Como podemos ver a maioria das hipóteses satisfaz a procura, só faltando comparar a diferença de custos entre elas. No entanto há outros factores externos que também vão afectar a produtividade e que têm de ser considerados, como sejam os feriados (10 feriados em 2009) e as férias da empresa (última quinzena do ano).

Assim sendo, torna-se necessário fazer nova análise à produção inicial, a qual é apresentada de seguida na Tabela 4.9.

Tabela 4.9: Produções acumuladas moinho impactor reais

Mês	Horas	Dias	Total horas	Rent	Pó	Acum	Ba	Acum	B1	Acum	B2	Acum
Jan	8	21	168	65%	2948	1786	328	64	1147	418	2129	1107
Fev	8	19	152	65%	2668	3269	296	93	1037	712	1927	1985
Mar	8	22	176	65%	3089	5152	343	164	1201	1156	2231	3143
Abr	8	20	160	65%	2808	6101	312	50	1092	1088	2028	3567
Mai	8	20	160	65%	2808	7019	312	-69	1092	999	2028	3956
Jun	8	21	168	65%	2948	8047	328	-179	1147	945	2129	4409
Jul	8	22	176	65%	3089	9400	343	-223	1201	1052	2231	5071
Ago	8	20	160	65%	2808	10444	312	-304	1092	1031	2028	5497
Set	8	22	176	65%	3089	11740	343	-359	1201	1100	2231	6092
Out	8	21	168	65%	2948	12923	328	-412	1147	1118	2129	6524
Nov	8	21	168	65%	2948	14077	328	-470	1147	1116	2129	6921
Dez	8	12	96	65%	1685	13937	187	-674	655	604	1217	6370
Total			1928		33836		3760		13159		24437	

Pela Tabela 4.9 vemos que se não tivermos em conta todos os factores externos, para além da rentabilidade, que afectam a produção, iríamos ter ruptura de stocks em Maio e não em Junho, como estávamos a prever. Fazendo a simulação das hipóteses anteriormente testadas, chegou-se à conclusão de que só a hipótese de trabalhar todos os sábados durante o ano satisfaz a procura (Tabela 4.10).

Tabela 4.10: produções acumuladas trabalhando todos os sábados

Mês	Horas	Dias	Total horas	Rent	Pó	Acum	Ba	Acum	B1	Acum	B2	Acum
Jan	8	26	208	65%	3650	2488	406	142	1420	691	2636	1614
Fev	8	23	184	65%	3229	4533	359	233	1256	1204	2332	2898
Mar	8	26	208	65%	3650	6978	406	367	1420	1866	2636	4461
Abr	8	23	184	65%	3229	8347	359	300	1256	1962	2332	5190
Mai	8	24	192	65%	3370	9827	374	243	1310	2091	2434	5984
Jun	8	25	200	65%	3510	11417	390	196	1365	2255	2535	6843
Jul	8	26	208	65%	3650	13332	406	214	1420	2581	2636	7910
Ago	8	25	200	65%	3510	15077	390	211	1365	2833	2535	8843
Set	8	26	208	65%	3650	16935	406	218	1420	3120	2636	9844
Out	8	26	208	65%	3650	18820	406	243	1420	3411	2636	10782
Nov	8	25	200	65%	3510	20535	390	247	1365	3628	2535	11585
Dez	8	14	112	65%	1966	20676	218	74	764	3224	1420	11237
<b>Total</b>			<b>2312</b>		<b>40576</b>		<b>4508</b>		<b>15779</b>		<b>29305</b>	

É de levar em consideração que o valor/hora aos sábados é pago a 100%, o que em termos de custos vai ter algum peso no final do mês. Por esse motivo, fizemos uma análise por tentativa e erro, alterando somente as horas nos meses em que a procura não é satisfeita, nunca ultrapassando as 12 horas diárias e aproveitando os meses com mais horas de sol. O resultado é apresentado na Tabela 4.11:

Tabela 4.11: Produções acumuladas determinadas por tentativa e erro.

Mês	Horas	Dias	Total horas	Rent	Pó	Acum	Ba	Acum	B1	Acum	B2	Acum
Jan	8	21	168	65%	2948	1786	328	64	1147	418	2129	1107
Fev	8	19	152	65%	2668	3269	296	93	1037	712	1927	1985
Mar	8	22	176	65%	3089	5152	343	164	1201	1156	2231	3143
Abr	8	20	160	65%	2808	6101	312	50	1092	1088	2028	3567
Mai	10	20	200	65%	3510	7721	390	9	1365	1272	2535	4463
Jun	12	21	252	65%	4423	10224	491	63	1720	1791	3194	5981
Jul	12	22	264	65%	4633	13121	515	190	1802	2499	3346	7758
Ago	12	20	240	65%	4212	15569	468	265	1638	3024	3042	9198
Set	12	22	264	65%	4633	18409	515	382	1802	3693	3346	10908
Out	8	21	168	65%	2948	19592	328	329	1147	3712	2129	11340
Nov	8	21	168	65%	2948	20746	328	271	1147	3710	2129	11737
Dez	8	12	96	65%	1685	20606	187	67	655	3197	1217	11187
<b>Total</b>			<b>2308</b>		<b>40505</b>		<b>4501</b>		<b>15752</b>		<b>29254</b>	

Chegados aqui, conseguimos otimizar a carga horária, faltando no entanto analisar um pormenor muito importante, que é o stock de segurança. Os stocks de segurança são muito importantes, pois se surgir uma encomenda repentina ou acontecer uma avaria mais prolongada, é necessário ter stocks que garantam a produção sem interrupções de betão pronto e betuminosos. Como já podemos constatar, o constrangimento mais importante é o bago de arroz, pois todos os outros materiais não apresentam ruptura de stocks e deste modo, podemos definir os stocks de segurança baseados na experiência adquirida (Tabela 4.12).

Tabela 4.12: Stocks segurança

Stocks segurança (ton)			
Pó	Ba	B1	B2
829	92,5	523	753

Introduzindo estes dados na Tabela 4.11, concluímos que ficamos com ruptura de stock em 2 materiais, conforme Tabela 4.13.

Tabela 4.13: Ruptura de stocks devido aos stocks de segurança

Mês	Horas	Dias	Total horas	Rent	Pó	Acum	Ba	Acum	B1	Acum	B2	Acum
Jan	8	21	168	65%	2948	1786	328	64	1147	418	2129	1107
Fev	8	19	152	65%	2668	3269	296	93	1037	712	1927	1985
Mar	8	22	176	65%	3089	5152	343	164	1201	1156	2231	3143
Abr	8	20	160	65%	2808	6101	312	50	1092	1088	2028	3567
Mai	10	20	200	65%	3510	7721	390	9	1365	1272	2535	4463
Jun	12	21	252	65%	4423	10224	491	63	1720	1791	3194	5981
Jul	12	22	264	65%	4633	13121	515	190	1802	2499	3346	7758
Ago	12	20	240	65%	4212	15569	468	265	1638	3024	3042	9198
Set	12	22	264	65%	4633	18409	515	382	1802	3693	3346	10908
Out	8	21	168	65%	2948	19592	328	329	1147	3712	2129	11340
Nov	8	21	168	65%	2948	20746	328	271	1147	3710	2129	11737
Dez	8	12	96	65%	1685	20606	187	67	655	3197	1217	11187
Total			2308		40505		4501		15752		29254	

É então necessário ajustar a programação de forma a satisfazer os stocks de segurança, e mais uma vez por tentativa e erro testámos mais 3 hipóteses as quais asseguram os stocks de segurança mínimos.

1ª Hipótese: Trabalhar todos os dias do ano com uma carga horária de 10 horas diárias.

Tabela 4.14: Produção agregados para a 1ª Hipótese

Mês	Horas	Dias	Total horas	Rent	Pó	Acum	Ba	Acum	B1	Acum	B2	Acum
Jan	10	21	210	65%	4479	3316	410	146	1433	705	2662	1639
Fev	10	19	190	65%	4053	6185	371	249	1297	1258	2408	2999
Mar	10	22	220	65%	4693	9672	429	406	1502	2003	2789	4715
Abr	10	20	200	65%	4266	12079	390	370	1365	2207	2535	5646
Mai	10	20	200	65%	4266	14455	390	329	1365	2392	2535	6541
Jun	10	21	210	65%	4479	17014	410	301	1433	2624	2662	7527
Jul	10	22	220	65%	4693	19971	429	342	1502	3031	2789	8747
Ago	10	20	200	65%	4266	22473	390	732	1365	3283	2535	9680
Set	10	22	220	65%	4693	25373	429	763	1502	3652	2789	10832
Out	10	21	210	65%	4479	28087	410	792	1433	3957	2662	11796
Nov	10	21	210	65%	4479	30771	410	816	1433	4242	2662	12726
Dez	10	12	120	65%	2560	31506	234	658	819	3893	1521	12479
<b>Total</b>			<b>2410</b>		<b>51405</b>		<b>4700</b>		<b>16448</b>		<b>30547</b>	

2ª Hipótese: Trabalhar aos sábados 8 horas

Tabela 4.15: Produção agregados para a 2ª Hipótese

Mês	Horas	Dias	Total horas	Rent	Pó	Acum	Ba	Acum	B1	Acum	B2	Acum
Jan	8	26	208	65%	4437	3274	406	142	1420	691	2636	1614
Fev	8	23	184	65%	3925	6014	359	233	1256	1204	2332	2898
Mar	8	26	208	65%	4437	9246	406	367	1420	1866	2636	4461
Abr	8	23	184	65%	3925	11311	359	300	1256	1962	2332	5190
Mai	8	24	192	65%	4095	13516	374	243	1310	2091	2434	5984
Jun	8	25	200	65%	4266	15862	390	196	1365	2255	2535	6843
Jul	8	26	208	65%	4437	18563	406	214	1420	2581	2636	7910
Ago	8	25	200	65%	4266	21065	390	604	1365	2833	2535	8843
Set	8	26	208	65%	4437	23709	406	611	1420	3120	2636	9844
Out	8	26	208	65%	4437	26380	406	636	1420	3411	2636	10782
Nov	8	25	200	65%	4266	28851	390	640	1365	3628	2535	11585
Dez	8	14	112	65%	2389	29415	218	467	764	3224	1420	11237
<b>Total</b>			<b>2312</b>		<b>49315</b>		<b>4508</b>		<b>15779</b>		<b>29305</b>	

3ª Hipótese: Aumentar a carga horária nos meses em que não se satisfazem os stocks de segurança, sem trabalhar aos sábados.

Tabela 4.16: Produção agregados para a 3ª hipótese

Mês	Horas	Dias	Total horas	Rent	Pó	Acum	Ba	Acum	B1	Acum	B2	Acum
Jan	9	21	189	65%	3317	2154	369	105	1290	561	2396	1373
Fev	8	19	152	65%	2668	3638	296	134	1037	856	1927	2251
Mar	8	22	176	65%	3089	5521	343	205	1201	1300	2231	3409
Abr	9	20	180	65%	3159	6821	351	130	1229	1368	2282	4087
Mai	11	20	220	65%	3861	8792	429	128	1502	1689	2789	5236
Jun	12	21	252	65%	4423	11294	491	182	1720	2207	3194	6754
Jul	12	22	264	65%	4633	14192	515	309	1802	2915	3346	8531
Ago	12	20	240	65%	4212	16639	468	384	1638	3440	3042	9971
Set	12	22	264	65%	4633	19480	515	501	1802	4109	3346	11682
Out	8	21	168	65%	2948	20663	328	448	1147	4128	2129	12113
Nov	8	21	168	65%	2948	21816	328	390	1147	4126	2129	12510
Dez	8	12	96	65%	1685	21676	187	185	655	3613	1217	11960
<b>Total</b>			<b>2369</b>		<b>41576</b>		<b>4620</b>		<b>16168</b>		<b>30027</b>	

#### 4.1 – Análise de custos de produção

Falta agora comparar os custos de cada uma das hipóteses propostas, de modo a determinar qual a que apresenta um custo inferior.

Para esta análise de custos só foram considerados os custos da mão-de-obra, pois os restantes custos (equipamentos móveis e fixos) não são influenciados pela variação nas horas trabalhadas. Visto a empresa laborar na Região Autónoma da Madeira, as horas extra são pagas de acordo com a tabela 4.17

Tabela 4.17 – Diferencial pagamento de horas extra sobre o valor das horas normais.

Horas extra	Diferencial
1º hora	+ 50 %
2ª hora	+ 75 %
3ª hora /sábados	+ 100 %

Sendo assim calcularam-se os custos para cada uma das hipóteses propostas, considerando os seguintes valores para a mão-de-obra (tabela 4.18).

Tabela 4.18 – Valores hora para cada função

Função	€/Hora	1ª Hora	2ª Hora	3ª Hora
Encarregado	13,00 €	19,50 €	22,75 €	26,00 €
Operador central	7,00 €	10,50 €	12,25 €	14,00 €
Manobrador giratória	9,00 €	13,50 €	15,75 €	18,00 €
Manobrador pá carregadora	9,00 €	13,50 €	15,75 €	18,00 €
Servente	5,50 €	8,25 €	9,63 €	11,00 €
Total	43,50 €	65,25 €	76,13 €	87,00 €

Chegaram-se aos seguintes custos:

Tabela 4.19 – Custos mão-de-obra 1ª hipótese

1ª Hipótese	Custos mão de obra				
	Hora normal	1ª Hora	2ª Hora	3ª Hora	Total
Jan	7.656,00 €	1.370,25 €	0,00 €	0,00 €	9.026,25 €
Fev	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Mar	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Abr	7.656,00 €	1.305,00 €	0,00 €	0,00 €	8.961,00 €
Mai	7.656,00 €	1.305,00 €	1.522,50 €	1.740,00 €	12.223,50 €
Jun	7.656,00 €	1.370,25 €	1.598,63 €	3.654,00 €	14.278,88 €
Jul	7.656,00 €	1.435,50 €	1.674,75 €	3.828,00 €	14.594,25 €
Ago	7.656,00 €	1.305,00 €	1.522,50 €	3.480,00 €	13.963,50 €
Set	7.656,00 €	1.435,50 €	1.674,75 €	3.828,00 €	14.594,25 €
Out	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Nov	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Dez	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Total					125.921,63 €



Tabela 4.20 – Custos mão-de-obra 2ª hipótese

2ª Hipótese	Custos mão de obra				
	Hora normal	1ª Hora	2ª Hora	3ª Hora	Total
Jan	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	2.784,00 €	10.440,00 €
Fev	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	2.784,00 €	10.440,00 €
Mar	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	2.784,00 €	10.440,00 €
Abr	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	2.784,00 €	10.440,00 €
Mai	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	2.784,00 €	10.440,00 €
Jun	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	2.784,00 €	10.440,00 €
Jul	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	2.784,00 €	10.440,00 €
Ago	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	2.784,00 €	10.440,00 €
Set	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	2.784,00 €	10.440,00 €
Out	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	2.784,00 €	10.440,00 €
Nov	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	2.784,00 €	10.440,00 €
Dez	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	1.392,00 €	9.048,00 €
Total					123.888,00 €

Tabela 4.21 – Custos mão-de-obra 3ª hipótese

3ª Hipótese	Custos mão de obra				
	Hora normal	1ª Hora	2ª Hora	3ª Hora	Total
Jan	7.656,00 €	1.370,25 €	1.598,63 €	0,00 €	10.624,88 €
Fev	7.656,00 €	1.239,75 €	1.446,38 €	0,00 €	10.342,13 €
Mar	7.656,00 €	1.435,50 €	1.674,75 €	0,00 €	10.766,25 €
Abr	7.656,00 €	1.305,00 €	1.522,50 €	0,00 €	10.483,50 €
Mai	7.656,00 €	1.305,00 €	1.522,50 €	0,00 €	10.483,50 €
Jun	7.656,00 €	1.370,25 €	1.598,63 €	0,00 €	10.624,88 €
Jul	7.656,00 €	1.435,50 €	1.674,75 €	0,00 €	10.766,25 €
Ago	7.656,00 €	1.305,00 €	1.522,50 €	0,00 €	10.483,50 €
Set	7.656,00 €	1.435,50 €	1.674,75 €	0,00 €	10.766,25 €
Out	7.656,00 €	1.370,25 €	1.598,63 €	0,00 €	10.624,88 €
Nov	7.656,00 €	1.370,25 €	1.598,63 €	0,00 €	10.624,88 €
Dez	7.656,00 €	783,00 €	913,50 €	0,00 €	9.352,50 €
Total					125.943,38 €

Pela análise de custos efectuada chegámos à conclusão que a 2ª hipótese (trabalhar 8 horas aos sábados) é a que apresenta custos menores, sendo esta a melhor opção, é na mesma que nos vamos basear para fazer toda a gestão de stocks.

## **5- Gestão de Stocks**

Nos dias que correm com a falta de liquidez das empresas e a crescente necessidade de redução de encargos, torna-se necessário “poupar” em todas as áreas das empresas. Sendo os stocks de materiais e matérias-primas um dos activos das empresas com maior peso na tesouraria, é necessário determinar a melhor forma de manter os stocks ao custo mínimo sem que haja ruptura dos mesmos, com o objectivo de satisfazer as necessidades dos clientes a 100%.

É então necessário saber-se que quantidade encomendar e quando encomendar, de forma a aprovisionar os stocks da empresa ao menor custo possível.

### **5.1 - Análise ABC**

Com o intuito de conhecer melhor os artigos em stock e determinar quais são os mais importantes, podemos recorrer à Análise de Pareto, também conhecida por Análise ABC, que nos diz que cerca de 20% do número total de artigos existentes, correspondem aproximadamente a 80 % do valor financeiro investido pela empresa em stocks.

Antes de mais convém definir quais os artigos que vamos analisar (Tabela 5.1) os quais estão directamente ligados à produção de agregados e podem pôr em causa o funcionamento da central de britagem se houver ruptura de um deles.

Tabela 5.1: Listagem de artigos em análise

Artigo	Primario rms900	Quantidade	Preço unitário	Preço total
1	Maxilas fixas primario	1	2.056,00 €	2.056,00 €
2	Maxilas moveis primario	1	2.056,00 €	2.056,00 €
3*	Forras laterais superiores primario	2	468,00 €	986,00 €
4*	Forras laterais inferiores primario	2	387,00 €	774,00 €
5	Calços afinação primario	1	796,00 €	796,00 €
6	Fusiveis primario	1	846,00 €	846,00 €
7	Meias canas porta maxilas primario	1	295,00 €	295,00 €
8	Calços maxila movel primario	1	300,00 €	300,00 €
<b>Secundário rms1100</b>				
9*	Maxilas moveis secundário	2	485,00 €	970,00 €
10*	Maxilas fixas secundário	2	358,90 €	717,80 €
11*	Fusiveis secundário	2	463,00 €	926,00 €
12*	Meias canas porta maxilas secundario	2	160,00 €	320,00 €
13*	Meias canas calços afinação secundario	2	160,00 €	320,00 €
<b>Moinho impactor</b>				
14*	Barras batedoras (791)	8	425,00 €	3.400,00 €
15*	Placas impacto (796)	12	259,00 €	3.108,00 €
16	Forras laterais quadradas nº34 (810)	35	66,00 €	2.310,00 €
17	Forras laterais nº35 (810b/c)	2	95,00 €	190,00 €
18	Forras laterais triangulares nº36 (811)	10	35,00 €	350,00 €
19	Forras laterais nº37 (815)	3	147,00 €	441,00 €
20	Viga de trituração nº38 (804)	10	112,00 €	1.120,00 €
21	Forras laterais nº39 (878)	2	85,00 €	170,00 €
22	Forras laterais nº40 (893)	3	114,00 €	342,00 €
23	Forras laterais nº41 (894b/c)	2	137,00 €	274,00 €
24	Forras laterais nº42 (815b/c)	2	150,00 €	300,00 €
25	Placas desgaste nº66	2	100,00 €	200,00 €
26*	Veios afinação	1	300,00 €	300,00 €
27	Calços nº5	8	15,00 €	120,00 €
<b>Crivo espanhol (britas)</b>				
28*	Malhas "A" W15 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	2	120,00 €	240,00 €
29*	Malhas "A" W12 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	2	112,00 €	224,00 €
30*	Malhas "A" W08 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	2	132,00 €	264,00 €
<b>Crivo matias</b>				
31*	Malhas "E" W40 Ar8 Ae 200X1,46N (1)	2	120,00 €	240,00 €
32*	Malhas "E" W22,4 Ar6,3 Ae 200X1,46N (1)	2	146,00 €	292,00 €
33*	Malhas "A" W06,00 Ar 2,8 Ae 200X1,46N (1)	2	125,00 €	250,00 €

Nota: os artigos com \* são utilizados em kits completos, não podem ser utilizados sozinhos.

Baseando-nos na Tabela 5.1, podemos então fazer a Análise ABC (Tabela 5.2) e a respectiva curva da análise (Figura 5.1).

Tabela 5.2: Análise ABC

DESIGNAÇÃO	ARTIGO	VALOR DO ARTIGO	NUMERO DE SAIDAS	TOTAL	TOTAL ACUMULADO	% VALOR ACUMULADO	% ARTIGOS ACUMULADOS	CLASSE
BARRAS BATEDORAS (791)	14	425,00 €	32	13.600,00 €	13.600,00 €	33,57%	3,03	A
PLACAS IMPACTO (796)	15	259,00 €	24	6.216,00 €	19.816,00 €	48,91%	6,06	A
MAXILAS FIXAS PRIMARIO	1	2.056,00 €	2	4.112,00 €	23.928,00 €	59,06%	9,09	A
VIGA DE TRITURAÇÃO Nº38 (804)	20	112,00 €	20	2.240,00 €	26.168,00 €	64,59%	12,12	A
MAXILAS MOVEIS PRIMARIO	2	2.056,00 €	1	2.056,00 €	28.224,00 €	69,66%	15,15	A
FORRAS LATERAIS QUADRADAS Nº34 (810)	16	66,00 €	15	990,00 €	29.214,00 €	72,11%	18,18	A
FORRAS LATERAIS SUPERIORES PRIMARIO	3	468,00 €	2	936,00 €	30.150,00 €	74,42%	21,21	A
MALHAS "E" W22,4 Ar6,3 Ae 200X1,46N (1)	32	146,00 €	6	876,00 €	31.026,00 €	76,58%	24,24	B
FUSIVEIS PRIMARIO	6	846,00 €	1	846,00 €	31.872,00 €	78,67%	27,27	B
CALÇOS AFINAÇÃO PRIMARIO	5	796,00 €	1	796,00 €	32.668,00 €	80,63%	30,3	B
FORRAS LATERAIS INFERIORES PRIMARIO	4	387,00 €	2	774,00 €	33.442,00 €	82,54%	33,33	B
MALHAS "A" W06,00 Ar 2,8 Ae 200X1,46N (1)	33	125,00 €	6	750,00 €	34.192,00 €	84,39%	36,36	B
MALHAS "E" W40 Ar8 Ae 200X1,46N (1)	31	120,00 €	6	720,00 €	34.912,00 €	86,17%	39,39	B
VEIOS AFINAÇÃO	26	300,00 €	2	600,00 €	35.512,00 €	87,65%	42,42	B
MAXILAS MOVEIS SECUNDÁRIO	9	485,00 €	1	485,00 €	35.997,00 €	88,85%	45,45	B
FORRAS LATERAIS Nº37 (815)	19	147,00 €	3	441,00 €	36.438,00 €	89,94%	48,48	B
MAXILAS FIXAS SECUNDÁRIO	10	358,90 €	1	358,90 €	36.796,90 €	90,82%	51,51	B
FORRAS LATERAIS Nº40 (893)	22	114,00 €	3	342,00 €	37.138,90 €	91,67%	54,54	B
FORRAS LATERAIS Nº42 (815B/C)	24	150,00 €	2	300,00 €	37.438,90 €	92,41%	57,57	B
MEIAS CANAS PORTA MAXILAS PRIMARIO	7	295,00 €	1	295,00 €	37.733,90 €	93,13%	60,6	B
CALÇOS MAXILA MOVEL PRIMARIO	8	295,00 €	1	295,00 €	38.028,90 €	93,86%	63,63	B
FORRAS LATERAIS Nº41 (894B/C)	23	137,00 €	2	274,00 €	38.302,90 €	94,54%	66,66	B
MALHAS "A" W08 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	30	132,00 €	2	264,00 €	38.566,90 €	95,19%	69,69	C
FUSIVEIS SECUNDÁRIO	11	250,00 €	1	250,00 €	38.816,90 €	95,81%	72,72	C
MEIAS CANAS PORTA MAXILAS SECUNDARIO	12	250,00 €	1	250,00 €	39.066,90 €	96,42%	75,75	C
MEIAS CANAS CALÇOS AFINAÇÃO SECUNDARIO	13	250,00 €	1	250,00 €	39.316,90 €	97,04%	78,78	C
MALHAS "A" W12 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	29	112,00 €	2	224,00 €	39.540,90 €	97,59%	81,81	C
MALHAS "A" W15 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	28	110,00 €	2	220,00 €	39.760,90 €	98,14%	84,84	C
FORRAS LATERAIS Nº35 (810B/C)	17	95,00 €	2	190,00 €	39.950,90 €	98,61%	87,87	C
FORRAS LATERAIS TRIANGULARES Nº36 (811)	18	35,00 €	5	175,00 €	40.125,90 €	99,04%	90,9	C
FORRAS LATERAIS Nº39 (878)	21	85,00 €	2	170,00 €	40.295,90 €	99,46%	93,93	C
CALÇOS Nº5	27	15,00 €	8	120,00 €	40.415,90 €	99,75%	96,96	C
PLACAS DESGASTE Nº66	25	100,00 €	1	100,00 €	40.515,90 €	100,00%	99,99	C
TOTAL				40.515,90 €				

Como estamos na presença de uma quantidade pequena de artigos (33), os valores da divisão são aproximados, cumprindo no entanto os nossos objectivos, pois o que nos interessa definir com esta análise são as classes dos artigos.

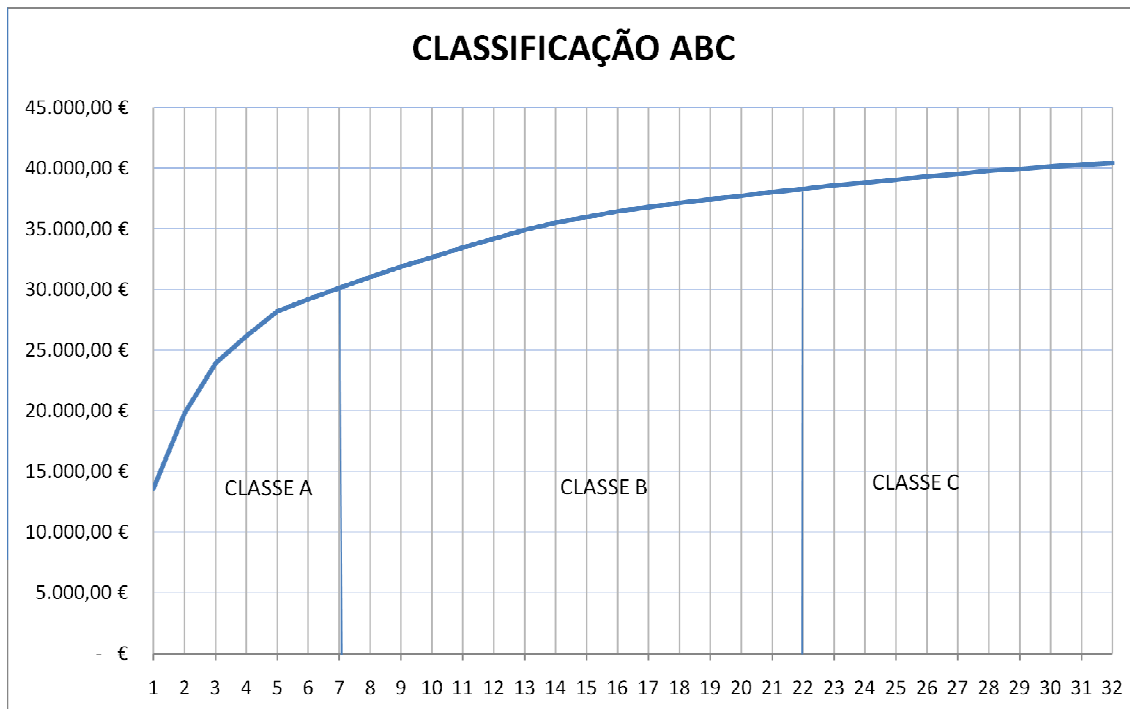


Figura 5.1: Curva da análise ABC por valor financeiro

Sendo assim e baseando-nos na aprendizagem prática, verifica-se que os artigos da classe A, e alguns da classe B, são os mais importantes e são nesses que temos de nos focar, dando mais atenção ao controle dos mesmos.

## 5.2 - Custo total de aprovisionamento

O Custo Total de Aprovisionamento (CTA), engloba os custos de compra (C1), realização da encomenda (C2) e posse (C3).

$$CTA = C1 + C2 + C3$$

Sendo que o custo de compra, incorpora todos os custos referentes ao processo de compra de um artigo (requisições, recursos humanos, material informático, etc.), e a fórmula de cálculo é a seguinte:

**C1 = N x p**, em que *N* é o numero de unidades compradas por ano e *p* o preço unitário.

A custo de realização da encomenda (**C2**), engloba o custo de realização de uma encomenda (*E*), ao qual se chega somando os custos directos e indirectos que advêm da realização das encomendas e dividindo os mesmos pelo número anual de encomendas (número de encomendas que se obtém pela divisão do consumo anual (*N*) pelo lote económico (*Le*)).

$$\mathbf{C2} = E \times \frac{N}{L}$$

Por fim o custo de posse (**C3**) envolve a taxa de posse dos stocks (*t*) a qual engloba todos os gastos com a armazenagem dos artigos, por exemplo, despesas com armazéns, juros do capital imobilizado em stocks, e a desvalorização do stock (que neste caso não se verifica), em relação ao valor médio do stock.

$$\mathbf{C3} = t \times \frac{Le}{2} \times p$$

O lote económico de encomenda (*Le*) calcula-se através da seguinte fórmula:

$$Le = \sqrt{\frac{2EN}{tp}}$$

Com base nas fórmulas anteriores e considerando uma taxa de posse de 10% e um custo de encomenda equivalente (E) a 2% do preço unitário do artigo (estes valores são definidos pela empresa), calculou-se o CTA para cada artigo (Tabela 5.3).

Tabela 5.3: Custo Total de Aprovisionamento

MATERIAL	QUANTIDADE (N)	PREÇO (p)	CUSTO COMPRA (C1)	LOTE ECONOMICO (LE)	E	CUSTO ENCOMENDA (C2)	CUSTO ARMAZENAGEM (C3)	CTA
BARRAS BATEDORAS (791)	32	425,00 €	13.600,00 €	32	680,00 €	680,00 €	680,00 €	14.960,00 €
PLACAS IMPACTO (796)	24	259,00 €	6.216,00 €	24	310,80 €	310,80 €	310,80 €	6.837,60 €
MAXILAS FIXAS PRIMARIO	2	2.056,00 €	4.112,00 €	2	205,60 €	205,60 €	205,60 €	4.523,20 €
VIGA DE TRITURAÇÃO Nº38 (804)	20	112,00 €	2.240,00 €	20	112,00 €	112,00 €	112,00 €	2.464,00 €
MAXILAS MOVEIS PRIMARIO	1	2.056,00 €	2.056,00 €	1	102,80 €	102,80 €	102,80 €	2.261,60 €
FORRAS LATERAIS QUADRADAS Nº34 (810)	15	66,00 €	990,00 €	15	49,50 €	49,50 €	49,50 €	1.089,00 €
FORRAS LATERAIS SUPERIORES PRIMARIO	2	468,00 €	936,00 €	2	46,80 €	46,80 €	46,80 €	1.029,60 €
MALHAS "E" W22,4 Ar6,3 Ae 200X1,46N (1)	6	146,00 €	876,00 €	6	43,80 €	43,80 €	43,80 €	963,60 €
FUSIVEIS PRIMARIO	1	846,00 €	846,00 €	1	42,30 €	42,30 €	42,30 €	930,60 €
CALÇOS AFINAÇÃO PRIMARIO	1	796,00 €	796,00 €	1	39,80 €	39,80 €	39,80 €	875,60 €
FORRAS LATERAIS INFERIORES PRIMARIO	2	387,00 €	774,00 €	2	38,70 €	38,70 €	38,70 €	851,40 €
MALHAS "A" W06,00 Ar 2,8 Ae 200X1,46N (1)	6	125,00 €	750,00 €	6	37,50 €	37,50 €	37,50 €	825,00 €
MALHAS "E" W40 Ar8 Ae 200X1,46N (1)	6	120,00 €	720,00 €	6	36,00 €	36,00 €	36,00 €	792,00 €
VEIOS AFINAÇÃO	2	300,00 €	600,00 €	2	30,00 €	30,00 €	30,00 €	660,00 €
MAXILAS MOVEIS SECUNDÁRIO	1	485,00 €	485,00 €	1	24,25 €	24,25 €	24,25 €	533,50 €
FORRAS LATERAIS Nº37 (815)	3	147,00 €	441,00 €	3	22,05 €	22,05 €	22,05 €	485,10 €
MAXILAS FIXAS SECUNDÁRIO	1	358,90 €	358,90 €	1	17,95 €	17,95 €	17,95 €	394,79 €
FORRAS LATERAIS Nº40 (893)	3	114,00 €	342,00 €	3	17,10 €	17,10 €	17,10 €	376,20 €
FORRAS LATERAIS Nº42 (815B/C)	2	150,00 €	300,00 €	2	15,00 €	15,00 €	15,00 €	330,00 €
MEIAS CANAS PORTA MAXILAS PRIMARIO	1	295,00 €	295,00 €	1	14,75 €	14,75 €	14,75 €	324,50 €
CALÇOS MAXILA MOVEL PRIMARIO	1	295,00 €	295,00 €	1	14,75 €	14,75 €	14,75 €	324,50 €
FORRAS LATERAIS Nº41 (894B/C)	2	137,00 €	274,00 €	2	13,70 €	13,70 €	13,70 €	301,40 €
MALHAS "A" W08 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	2	132,00 €	264,00 €	2	13,20 €	13,20 €	13,20 €	290,40 €
FUSIVEIS SECUNDÁRIO	1	250,00 €	250,00 €	1	12,50 €	12,50 €	12,50 €	275,00 €
MEIAS CANAS PORTA MAXILAS SECUNDARIO	1	250,00 €	250,00 €	1	12,50 €	12,50 €	12,50 €	275,00 €
MEIAS CANAS CALÇOS AFINAÇÃO SECUNDARIO	1	250,00 €	250,00 €	1	12,50 €	12,50 €	12,50 €	275,00 €
MALHAS "A" W12 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	2	112,00 €	224,00 €	2	11,20 €	11,20 €	11,20 €	246,40 €
MALHAS "A" W15 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	2	110,00 €	220,00 €	2	11,00 €	11,00 €	11,00 €	242,00 €
FORRAS LATERAIS Nº35 (810B/C)	2	95,00 €	190,00 €	2	9,50 €	9,50 €	9,50 €	209,00 €
FORRAS LATERAIS TRIANGULARES Nº36 (811)	5	35,00 €	175,00 €	5	8,75 €	8,75 €	8,75 €	192,50 €
FORRAS LATERAIS Nº39 (878)	2	85,00 €	170,00 €	2	8,50 €	8,50 €	8,50 €	187,00 €
CALÇOS Nº5	8	15,00 €	120,00 €	8	6,00 €	6,00 €	6,00 €	132,00 €
PLACAS DESGASTE Nº66	1	100,00 €	100,00 €	1	5,00 €	5,00 €	5,00 €	110,00 €
<b>TOTAL</b>			<b>40.515,90 €</b>		<b>2.025,80 €</b>			<b>44.567,49 €</b>

### 5.3 - Método ponto de encomenda

Este método visa determinar qual o ponto de encomenda de um dado artigo, que acontece sempre que este atingir um stock mínimo previamente definido.

A quantidade a encomendar de cada vez é fixa, e é igual ao lote económico.

O ponto de encomenda ( $Pe$ ) é determinado pelo produto do consumo mensal previsto por unidade de tempo ( $K$ ) e o prazo de entrega ( $d$ ) ao qual iremos somar o Stock de Segurança ( $s$ ), conforme Tabela 5.4, a seguir.

Tabela 5.4: Cálculo do Ponto de Encomenda por Artigo

Material	Quantidade (n)	Preço (p)	K	D	S	Pe	Pe corrigido
BARRAS BATEDORAS (791)	32	425,00 €	2,67	1,00	8	10,67	8
PLACAS IMPACTO (796)	24	259,00 €	2,00	1,00	12	14,00	12
MAXILAS FIXAS PRIMARIO	2	2.056,00 €	0,17	1,00	1	1,17	1
VIGA DE TRITURAÇÃO Nº38 (804)	20	112,00 €	1,67	1,00	10	11,67	10
MAXILAS MOVEIS PRIMARIO	1	2.056,00 €	0,08	1,00	1	1,08	1
FORRAS LATERAIS QUADRADAS Nº34 (810)	15	66,00 €	1,25	1,00	5	6,25	8
FORRAS LATERAIS SUPERIORES PRIMARIO	2	468,00 €	0,17	1,00	1	1,17	0
MALHAS "E" W22,4 Ar6,3 Ae 200X1,46N (1)	6	146,00 €	0,50	1,00	2	2,50	2
FUSIVEIS PRIMARIO	1	846,00 €	0,08	1,00	1	1,08	1
CALÇOS AFINAÇÃO PRIMARIO	1	796,00 €	0,08	1,00	1	1,08	1
FORRAS LATERAIS INFERIORES PRIMARIO	2	387,00 €	0,17	1,00	1	1,17	0
MALHAS "A" W06,00 Ar 2,8 Ae 200X1,46N (1)	6	125,00 €	0,50	1,00	2	2,50	2
MALHAS "E" W40 Ar8 Ae 200X1,46N (1)	6	120,00 €	0,50	1,00	2	2,50	2
VEIOS AFINAÇÃO	2	300,00 €	0,17	1,00	1	1,17	1
MAXILAS MOVEIS SECUNDÁRIO	1	485,00 €	0,08	1,00	1	1,08	1
FORRAS LATERAIS Nº37 (815)	3	147,00 €	0,25	1,00	1	1,25	0
MAXILAS FIXAS SECUNDÁRIO	1	358,90 €	0,08	1,00	1	1,08	1
FORRAS LATERAIS Nº40 (893)	3	114,00 €	0,25	1,00	1	1,25	0
FORRAS LATERAIS Nº42 (815B/C)	2	150,00 €	0,17	1,00	1	1,17	0
MEIAS CANAS PORTA MAXILAS PRIMARIO	1	295,00 €	0,08	1,00	1	1,08	0
CALÇOS MAXILA MOVEL PRIMARIO	1	295,00 €	0,08	1,00	1	1,08	0
FORRAS LATERAIS Nº41 (894B/C)	2	137,00 €	0,17	1,00	1	1,17	0
MALHAS "A" W08 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	2	132,00 €	0,17	1,00	2	2,17	2
FUSIVEIS SECUNDÁRIO	1	250,00 €	0,08	1,00	1	1,08	0
MEIAS CANAS PORTA MAXILAS SECUNDARIO	1	250,00 €	0,08	1,00	1	1,08	0
MEIAS CANAS CALÇOS AFINAÇÃO SECUNDARIO	1	250,00 €	0,08	1,00	1	1,08	0
MALHAS "A" W12 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	2	112,00 €	0,17	1,00	2	2,17	2
MALHAS "A" W15 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	2	110,00 €	0,17	1,00	2	2,17	2
FORRAS LATERAIS Nº35 (810B/C)	2	95,00 €	0,17	1,00	2	2,17	2
FORRAS LATERAIS TRIANGULARES Nº36 (811)	5	35,00 €	0,42	1,00	5	5,42	5
FORRAS LATERAIS Nº39 (878)	2	85,00 €	0,17	1,00	1	1,17	0
CALÇOS Nº5	8	15,00 €	0,67	1,00	1	1,67	0
PLACAS DESGASTE Nº66	1	100,00 €	0,08	1,00	1	1,08	0



Foi decidido corrigir o ponto de encomenda pois estamos a falar de artigos que são consumidos em conjunto (kits). No caso das barras batedoras as mesmas são colocadas em funcionamento em jogos de 8 barras, e os fornecedores só as entregam nas quantidades pré-definidas, daí ter sido feito este ajuste.

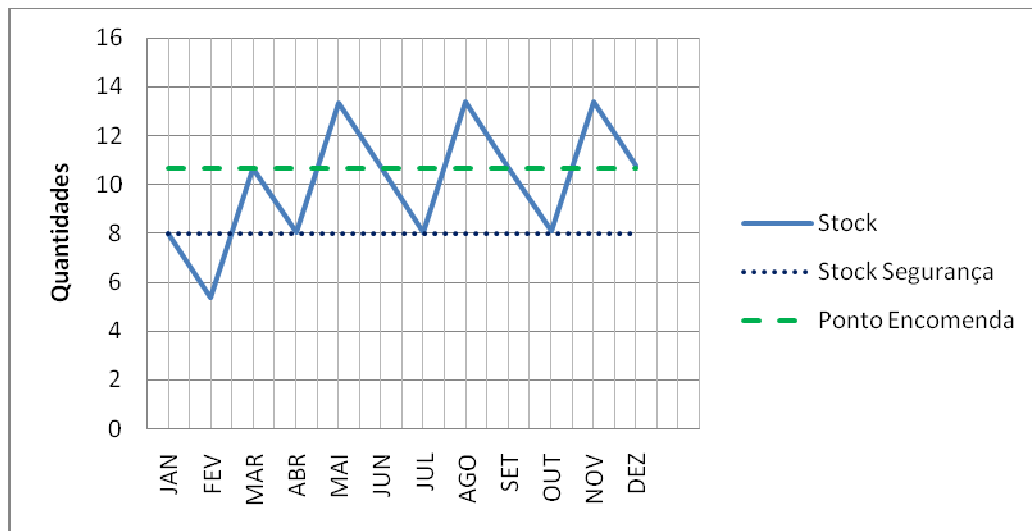
Os artigos que têm o ponto de encomenda “0” são artigos dos quais só se faz encomenda quando se gasta a última unidade em stock.

De seguida apresenta-se um exemplo de consumo das barras batedoras durante um ano, tendo como pressuposto que o ponto de encomenda ( $Pe$ ) é igual a 10,67, e as saídas mensais são de 2,66, como se pode ver na Tabela 5.5 e na Figura 5.2.

Tabela 5.5: Demonstração do consumo de Barras Batedoras durante um ano

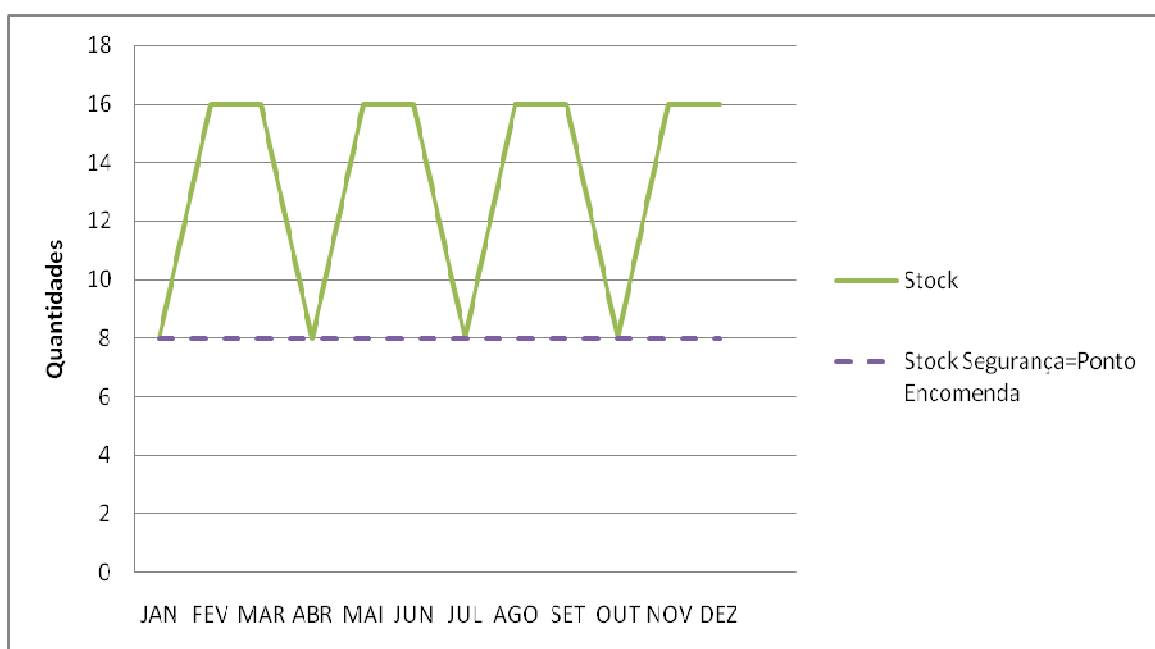
Mês	Stock	Saídas	Entradas
Jan	8	2,66	0
Fev	5,34	2,66	8
Mar	10,68	2,66	0
Abr	8,02	2,66	8
Mai	13,36	2,66	0
Jun	10,7	2,66	0
Jul	8,04	2,66	8
Ago	13,38	2,66	0
Set	10,72	2,66	0
Out	8,06	2,66	8
Nov	13,4	2,66	0
Dez	10,74	2,66	0

Figura 5.2: Ponto de Encomenda para as Barras Batedoras



Como já anteriormente referido, este artigo não tem um consumo constante, mas sim um consumo de kits de 8 barras, consumo esse que é dependente da produção de agregados. É apresentado na Figura 5.3 uma figura do ponto de encomenda corrigido, o qual difere das figuras usuais, pois neste caso considera-se o ponto de encomenda igual ao stock de segurança e um consumo de 8 barras de 3 em 3 meses.

Figura 5.3: Ponto de Encomenda corrigido para as barras batedoras.



## **5.4 - Stocks de segurança**

Visto estarmos a fazer a análise com quantidades pequenas de materiais (abaixo das centenas) as fórmulas usualmente utilizadas para o cálculo do mesmo, funcionam para cálculos de grande quantidade, acima das centenas, e não resultam para a definição de stocks de segurança quando trabalhamos com quantidades pequenas, daí os mesmos serem definidos baseando-nos na experiência pessoal do autor do estudo.

## **6 - Conclusões e Recomendações**

### **6.1 - Previsão da Procura**

No estudo efectuado, e em relação à previsão da procura, foi utilizado o método dos mínimos quadrados, em virtude de ser aquele que melhor se ajustava ao horizonte temporal de curto e médio prazo. Se o objectivo fosse um horizonte temporal de maior prazo (por exemplo, 2 a 3 anos), existiriam métodos quantitativos mais rigorosos para prever a procura nesse horizonte temporal, mas como tal não era o caso, utilizou-se o método já referido.

A sazonalidade é um factor muito importante no mercado da construção civil, porque as condições meteorológicas têm um peso importante no desenrolar dos trabalhos e podem afectar as previsões efectuadas, recomendando-se, por isso, que seja feito um acompanhamento constante, quer das condições meteorológicas, quer das tendências do mercado (concursos públicos e privados), de forma a evitar grandes desvios da procura prevista e também possíveis rupturas de stocks.

Como recomendação para os anos seguintes, e com base nos dados históricos da produção da empresa, é conveniente verificar se o primeiro trimestre é o trimestre de menor produção e, se assim for, aproveitar o mesmo para as manutenções, de forma a otimizar o planeamento da produção.

Se a gestão da empresa pretender ir acompanhando o desenvolvimento da procura, pode aplicar o método das médias móveis ao longo do ano, para ajudar na previsão da procura e no planeamento da produção, assim como controlar o desvio entre a procura real e a previsão.

## 6.2 - Planeamento da Produção

No que toca ao planeamento da produção, o estudo conclui que o principal constrangimento existe na produção de Bago de Arroz, sendo este o ponto crítico do sistema produtivo a que é necessário dar especial atenção. Este constrangimento é no entanto anulado para rentabilidades superiores a 79 % (conforme Tabela 6.1). Neste caso a procura é satisfeita, não havendo a necessidade de trabalhar horas extras, o que iria reduzir os custos de produção, conforme Tabela 6.2.

Tabela 6.1: Produções para uma rentabilidade de 79%.

Mês	Horas	Dias	Total horas	Rent	Pó	Acum	Ba	Acum	B1	Acum	B2	Acum
Jan	8	21	168	79%	3583	2421	398	135	1394	665	2588	1565
Fev	8	19	152	79%	3242	4479	360	227	1261	1183	2342	2859
Mar	8	22	176	79%	3754	7027	417	373	1460	1885	2711	4497
Abr	8	20	160	79%	3413	8581	379	326	1327	2052	2465	5358
Mai	8	20	160	79%	3413	10104	379	274	1327	2199	2465	6183
Jun	8	21	168	79%	3583	11767	398	235	1394	2391	2588	7095
Jul	8	22	176	79%	3754	13785	417	264	1460	2757	2711	8238
Ago	8	20	160	79%	3413	15434	379	250	1327	2971	2465	9100
Set	8	22	176	79%	3754	17395	417	269	1460	3299	2711	10176
Out	8	21	168	79%	3583	19213	398	287	1394	3564	2588	11066
Nov	8	21	168	79%	3583	21002	398	299	1394	3810	2588	11922
Dez	8	12	96	79%	2048	21225	228	135	796	3438	1479	11633
<b>Total</b>			<b>1928</b>		<b>41124</b>		<b>4569</b>		<b>15993</b>		<b>29701</b>	

Tabela 6.2: Custos de produção para rentabilidade de 79%

Rentabilidade 79%	Custo				
	Hora normal	1ª hora	2ª hora	3ª hora	Total
Jan	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Fev	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Mar	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Abr	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Mai	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Jun	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Jul	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Ago	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Set	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Out	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Nov	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Dez	7.656,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7.656,00 €
Total					91.872,00 €

Pela Tabela 6.2, constatamos que se obteria uma poupança de 32.016,00 €/ano (por comparação com a Tabela 4.20), valor este que poderá ser aplicado em investimentos futuros. Este aumento de produtividade pode passar por uma melhor programação das actividades de manutenção e/ou formação dos recursos humanos.

Em relação ao planeamento da produção, sendo o mesmo do tipo Make-to-Stock, recomenda-se que o mesmo seja feito, numa fase inicial, baseado na previsão da procura. Numa fase posterior, o mesmo deve ser feito contrapondo as previsões com a procura real, e fazendo os ajustes necessários baseados nas diferenças encontradas.

Chega-se então à conclusão que há duas acções a tomar, as quais passam, numa primeira fase, por controlar o número de horas trabalhadas de modo a controlar custos de mão-de-obra de uma forma mais estável ao longo do ano, e numa segunda fase por aumentar a rentabilidade de todo o sistema produtivo, a qual vai provocar uma redução no custo de produção de agregados por tonelada, assim como um aumento na quantidade produzida para o mesmo número de horas trabalhadas.

### 6.3 - Gestão de Stocks

Para a gestão de stocks, o ponto fulcral de todo o processo acaba por ser a logística de colocar os produtos na ilha da Madeira, e sendo esse processo da responsabilidade do fornecedor, só resta à empresa definir quais os produtos mais importantes para o seu bom funcionamento. Para isso efectuou-se a análise ABC, na qual foram definidos 3 classes de artigos, e onde se conclui que, quer pela experiência do autor do estudo, quer pelo resultado da análise efectuada, efectivamente os artigos da Classe A são os mais importantes, sendo no entanto também importantes os artigos até meio da Classe B (até ao artigo 9, conforme Tabela 5.2), não se devendo descurar, como é óbvio, o controlo dos restantes artigos.

Para os artigos mais importantes há que sensibilizar os fornecedores dos mesmos, para terem especial atenção no cumprimento dos prazos de entrega, assim como na redução desses mesmos prazos. Essa redução no prazo de entrega irá permitir trabalhar quase sem a necessidade de ter stocks de segurança da maior parte dos materiais, embora seja uma prática que tenha alguns riscos, riscos esses que tem de ser a gestão de topo da empresa a definir se os quer, ou não, correr.

O projecto definiu um custo total de Aprovisionamento de 42.309,62 € (Tabela 5.3). Considerando o valor de stock definido com o método do ponto de encomenda (Tabela 6.3), chega-se à conclusão que o valor médio de stock em armazém seria de 16.908,90 €. Ao comparar-se o valor do projecto com o valor real (53.152,60 €, conforme Tabela 6.4), concluiu-se que existem grandes vantagens em adoptar o método do ponto de encomenda para a gestão de stocks, pois o mesmo vai permitir reduzir o capital investido em stock. Podemos então constatar que o valor ideal para o valor de stock é três vezes inferior ao valor real (Tabela 6.3 versus Tabela 6.4).

Tabela 6.3: Valor stock em armazém segundo o método do ponto de encomenda

Material	Preço (p)	Pe corrigido	Valor
BARRAS BATEDORAS (791)	425,00 €	8	3.400,00 €
PLACAS IMPACTO (796)	259,00 €	12	3.108,00 €
MAXILAS FIXAS PRIMARIO	2.056,00 €	1	2.056,00 €
VIGA DE TRITURAÇÃO Nº38 (804)	112,00 €	10	1.120,00 €
MAXILAS MOVEIS PRIMARIO	2.056,00 €	1	2.056,00 €
FORRAS LATERAIS QUADRADAS Nº34 (810)	66,00 €	8	528,00 €
FORRAS LATERAIS SUPERIORES PRIMARIO	468,00 €	0	- €
MALHAS "E" W22,4 Ar6,3 Ae 200X1,46N (1)	146,00 €	2	292,00 €
FUSIVEIS PRIMARIO	846,00 €	1	846,00 €
CALÇOS AFINAÇÃO PRIMARIO	796,00 €	1	796,00 €
FORRAS LATERAIS INFERIORES PRIMARIO	387,00 €	0	- €
MALHAS "A" W06,00 Ar 2,8 Ae 200X1,46N (1)	125,00 €	2	250,00 €
MALHAS "E" W40 Ar8 Ae 200X1,46N (1)	120,00 €	2	240,00 €
VEIOS AFINAÇÃO	300,00 €	1	300,00 €
MAXILAS MOVEIS SECUNDÁRIO	485,00 €	1	485,00 €
FORRAS LATERAIS Nº37 (815)	147,00 €	0	- €
MAXILAS FIXAS SECUNDÁRIO	358,90 €	1	358,90 €
FORRAS LATERAIS Nº40 (893)	114,00 €	0	- €
FORRAS LATERAIS Nº42 (815B/C)	150,00 €	0	- €
MEIAS CANAS PORTA MAXILAS PRIMARIO	295,00 €	0	- €
CALÇOS MAXILA MOVEL PRIMARIO	295,00 €	0	- €
FORRAS LATERAIS Nº41 (894B/C)	137,00 €	0	- €
MALHAS "A" W08 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	132,00 €	2	264,00 €
FUSIVEIS SECUNDÁRIO	250,00 €	0	- €
MEIAS CANAS PORTA MAXILAS SECUNDARIO	250,00 €	0	- €
MEIAS CANAS CALÇOS AFINAÇÃO SECUNDARIO	250,00 €	0	- €
MALHAS "A" W12 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	112,00 €	2	224,00 €
MALHAS "A" W15 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	110,00 €	2	220,00 €
FORRAS LATERAIS Nº35 (810B/C)	95,00 €	2	190,00 €
FORRAS LATERAIS TRIANGULARES Nº36 (811)	35,00 €	5	175,00 €
FORRAS LATERAIS Nº39 (878)	85,00 €	0	- €
CALÇOS Nº5	15,00 €	0	- €
PLACAS DESGASTE Nº66	100,00 €	0	- €
<b>TOTAL</b>	<b>16.908,90 €</b>		



Tabela 6.4: Valor real stock material em armazém

<b>Primario rms900</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço unitário</b>	<b>Preço total</b>
MAXILAS FIXAS PRIMARIO	2	2.056,00 €	4.112,00 €
MAXILAS MOVEIS PRIMARIO	1	2.056,00 €	2.056,00 €
FORRAS LATERAIS SUPERIORES PRIMARIO	2	468,00 €	936,00 €
FORRAS LATERAIS INFERIORES PRIMARIO	2	387,00 €	774,00 €
CALÇOS AFINAÇÃO PRIMARIO	4	796,00 €	3.184,00 €
FUSIVEIS PRIMARIO	4	846,00 €	3.384,00 €
MEIAS CANAS PORTA MAXILAS PRIMARIO	4	295,00 €	1.180,00 €
CALÇOS MAXILA MOVEL PRIMARIO	2	300,00 €	600,00 €
<b>Secundário rms1100</b>			
MAXILAS MOVEIS SECUNDÁRIO	4	485,00 €	1.940,00 €
MAXILAS FIXAS SECUNDÁRIO	4	358,90 €	1.435,60 €
FUSIVEIS SECUNDÁRIO	2	463,00 €	926,00 €
MEIAS CANAS PORTA MAXILAS SECUNDARIO	2	160,00 €	320,00 €
MEIAS CANAS CALÇOS AFINAÇÃO SECUNDARIO	2	160,00 €	320,00 €
<b>Hazemag</b>			
BARRAS BATEDORAS (791)	32	425,00 €	13.600,00 €
PLACAS IMPACTO (796)	24	259,00 €	6.216,00 €
FORRAS LATERAIS QUADRADAS Nº34 (810)	27	66,00 €	1.782,00 €
FORRAS LATERAIS Nº35 (810B/C)	10	95,00 €	950,00 €
FORRAS LATERAIS TRIANGULARES Nº36 (811)	12	35,00 €	420,00 €
FORRAS LATERAIS Nº37 (815)	16	147,00 €	2.352,00 €
VIGA DE TRITURAÇÃO Nº38 (804)	0	112,00 €	- €
FORRAS LATERAIS Nº39 (878)	9	85,00 €	765,00 €
FORRAS LATERAIS Nº40 (893)	7	114,00 €	798,00 €
FORRAS LATERAIS Nº41 (894B/C)	4	137,00 €	548,00 €
FORRAS LATERAIS Nº42 (815B/C)	6	150,00 €	900,00 €
PLACAS DESGASTE Nº66	2	100,00 €	200,00 €
VEIOS AFINAÇÃO	3	300,00 €	900,00 €
CALÇOS Nº5	0	15,00 €	- €
<b>Crivo espanhol (britas)</b>			
MALHAS "A" W15 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	2	120,00 €	240,00 €
MALHAS "A" W12 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	4	112,00 €	448,00 €
MALHAS "A" W08 AR 2,8 Ae 200X1,50N (2)	6	132,00 €	792,00 €
<b>Crivo matias</b>			
MALHAS "E" W40 Ar8 Ae 200X1,46N (1)	2	120,00 €	240,00 €
MALHAS "E" W22,4 Ar6,3 Ae 200X1,46N (1)	4	146,00 €	584,00 €
MALHAS "A" W06,00 Ar 2,8 Ae 200X1,46N (1)	2	125,00 €	250,00 €
<b>TOTAL</b>			<b>53.152,60 €</b>

No futuro recomenda-se a implementação de um sistema de controlo dos stocks que funcione em paralelo com o planeamento da produção (com cruzamento de dados), para que não ocorram falhas durante o processo produtivo.

#### **6.4 – Limitações do estudo e recomendações para o futuro**

Em termos de limitações na elaboração deste projecto, pode-se considerar que o horizonte temporal em que o mesmo decorreu foi curto, pois com um período de análise mais longo, podiam ter sido aplicados vários métodos de procura, determinados os erros desses vários métodos e ter sido percebido qual era o que mais se aproximava da realidade. O curto horizonte temporal não permitiu também desenvolver detalhadamente um método de cálculo que optimizasse o planeamento da produção (evitando a sua determinação pelo método da tentativa e erro) e, ao mesmo tempo, fizesse a ligação à gestão de stocks.

Em estudos futuros, recomenda-se que se tente adoptar o modelo JIT/MRP para as matérias-primas de fornecedores externos (cimento, areia, aditivo, asfalto, gasóleo), pois as mesmas têm prazos de entrega reduzidos (inferiores a 3 dias). Para os Agregados, recomenda-se que se tente adoptar o MRP, mas acima de tudo, que se tente sensibilizar os fornecedores para melhorarem os prazos de entrega.

Resumindo, chega-se à conclusão que estamos efectivamente na presença de um projecto de melhoria, pois se a empresa adoptar as recomendações aqui mencionadas, libertará meios financeiros, que poderão ser investidos em soluções para aumentar a rentabilidade de todo o processo produtivo e assim reduzir os custos de produção.

## Referências Bibliográficas

Chase, R., Jacobs, F. e Aquilano, N. (2006), *Operations Management for Competitive Advantage with Global Cases*, 11<sup>Th</sup> Edition, McGraw-Hill International Edition

Courtois, A., Pillet, M. e Martin-Bonnefous, C. (2007), *Gestão da Produção*, 5ª Edição, Lisboa, Lidel

Duchessi, P. e O'Keefe (1990), A Knowledge-based Approach to Production Planning, *The Journal of the Operational Research Society*, Vol. 41, No. 5, *Artificial Intelligence and Expert Systems. Part I. Production Planning, Applications and Methodology* (May, 1990), pp. 377-390

Grosfeld-Nir, A., Ronen, B. e Kozlovsky, N. (2007), The Pareto managerial principle: when does it apply, *International Journal of Production Research*, 45:10, 2317-2325

Gupta, D. e Benjaafar, S. (2004), Make-to-order, make-to-stock, or delay product differentiation? A common framework for modeling and analysis, *IIE Transactions*, 36:6, 529-546

Heizer, J. e Render, B. (2008), *Operations Management*, 9<sup>Th</sup> Edition, Pearson International Edition, Upper Saddle River, New Jersey

Hogarth, R. e Makridakis, S. (1981), Forecasting and planning: an evaluation, *Management Science*, Vol. 27, No. 2, February

Hughes, M. C. (2001), Forecasting practice: organisational issues, *Journal of the Operational Research Society*, 52, 143-149

Kaminsky, P. e Kaya, O. (2009), Combined make-to-order/make-to-stock supply chains, *IIE Transactions*, 41:2, 103—119

Krajewski, L., Ritzman, L. e Malhotra, M. (2007), *Operations Management: Process and Value Chains and Student CD Package*, International Edition, 8/E, Pearson Education, Upper Saddle River, New Jersey

Reis, L. (2005), *Manual da Gestão de Stocks: Teoria e Prática*, 2ªEdição, Editorial Presença

Roldão, V. e Ribeiro, J. (2007), *Gestão das Operações: Uma Abordagem Integrada*, 1ªEdição, Lisboa, Monitor

Slack, N., Chambers, S., e Johnston, R. (2007), *Operations Management*, 5<sup>Th</sup> Edition, Prentice Hall